

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra Informatiky

Interaktivní služby, standardy a protokoly v aplikacích

**The Interactive Services, Standards and Protocols in
Applications**

Prehlasujem, že som túto bakalársku prácu vypracoval samostatne. Uviedol som všetky literárne
pramene a publikácie, z ktorých som čerpal

V Ostrave 6. mája 2011

.....

Touto cestou by som sa rád poďakoval vedúcemu bakalárskej práce, pánovi PaedDr. Eduardovi Lykovi Ph.D. za poskytnuté konzultácie a odborné rady, ktoré som zúžitkoval pri písaní tejto bakalárskej práce.

Abstrakt

Bakalárska práca sa zaoberá charakteristickými vlastnosťami interaktívnych služieb a prostriedkami potrebnými pre ich kvalitnú realizáciu.

Úlohou tejto práce je poskytnúť analýzu týchto druhov služieb a popísať vhodné využitie jednotlivých štandardov a protokolov vzťahujúcich sa na ne. Práca poukazuje na spôsoby využitia rôznych typov interaktívnych služieb v praxi.

Záverečná časť práce sa venuje posúdeniu kvality služieb pomocou objektívnych ukazovateľov a parametrov s ich doporučenými hodnotami, líšiacimi sa účelom konkrétnej služby.

Kľúčové slová

Interaktívne služby, protokol, TCP, UDP, RTP, IP, kvalita služby, oneskorenie, časový priebeh služby

Abstract

Bachelor thesis deals with characteristic features of interactive services and instruments necessary for their qualitative realization.

The aim of the thesis is to provide the analysis of this kind of services, as well as to describe adequate utilization of particular standards and protocols related to them. The thesis shows how to practically use different types of interactive services.

The last part of the thesis is dedicated to review of the quality of services by means of objective indicators and parameters with their recommended values which might be different from a specific type of service.

Keywords

Interactive Services, Protocol, TCP, UDP, RTP, IP, Quality of Service, Delay, Time Operation of Service

Zoznam použitých symbolov

l	[km]	prenosová vzdialenosť
N	[bit]	veľkosť prenášaného paketu alebo bunky
R	[bit]	veľkosť prenášaného rámca
T_d	[ms]	prenosové oneskorenie
T_p	[ms]	paketizačné oneskorenie
T_{ps}	[ms]	oneskorenie na prístupovom smerovači
T_r	[ms]	rámcové oneskorenie
T_{sm}	[ms]	oneskorenie na smerovači
v_k	[kbit/s]	prenosová rýchlosť kodéra
v_m	[km/s]	rýchlosť šírenia signálu v prenosovom médiu
v_p	[kbit/s]	prenosová rýchlosť pripojenia

Zoznam použitých skratiek

ACF	- Admission Confirm - prístup potvrdený
ACK	- Acknowledgement - potvrdenie
ARJ	- Admission Reject - prístup zamietnutý
ARQ	- Admission Request - žiadosť o prístup
ATM	- Asynchronous Transfer Mode - asynchrónny prenosový mód
BRI	- Basic Rate Interface - Rozhranie pre základný prístup
DCE	- Data Circuit Terminating Equipment - koncové zariadenie telekomunikačného okruhu (kanálu)
DNS	- Domain Name System - systém doménových mien
DTE	- Data Terminal Equipment - koncové dátové zariadenie
GSM	- Global System for Mobile Communications - globálny systém pre mobilnú komunikáciu
HTTP	- Hypertext Transfer Protocol - hypertextový prenosový protokol
HTTPS	- Hypertext Transfer Protocol Secure - zabezpečená verzia HTTP
ICQ	- foneticky z anglického jazyka „I seek you“ - hľadám ťa - IM klient
IEEE	- Institute of Electrical and Electronics Engineers - Inštitút pre elektrotechnické a elektronické inžinierstvo
IM	- Instant Messaging - textová komunikácia v reálnom čase
IMAP 4	- Internet Message Access Protocol ¹ verzia 4
IP	- Internet Protocol - Internetový protokol
IRC	- Internet Relay Chat ¹
ISDN	- Integrated Services Digital Network - digitálna sieť integrovaných služieb
IT	- Informačné Technológie
ITU-T	- International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector - Medzinárodná telekomunikačná únia - sektor štandardizácie telekomunikácií
LAN	- Lokal Area Network - lokálna sieť
MAC	- Media Access Control - riadenie prístupu k médiu
MAN	- Metropolitan Area Network - metropolitná sieť
MCU	- Multipoint Control Unit - multikonferenčná jednotka
MPEG - 2	- Motion Picture Experts Group - expertná skupina pre pohyblivý obraz verzia 2
MPEG - 4	- MPEG verzia 4
NMT	- Nordic Mobile Telephone ¹
OSI	- Open Systems Interconnection – prepojenosť otvorených systémov
PC	- Personal Computer - osobný počítač
PCM	- Pulse Code Modulation - pulzná kódová modulácia
POP3	- Post Office Protocol - poštový protokol

PRI	- Primary Rate Intercafe - rozhranie pre primárny prístup
QoS	- Quality of Service - kvalita služby
RAS	- Registration/Admission/Status – Registrácia/Prístup/Stav
RTCP	- RTP Control Protocol - riadiaci protokol pre RTP
RTP	- Real Time Transport Protocol - protokol prenosu v reálnom čase
RTSP	- Real Time Streaming Protocol – protokol pre streaming v reálnom čase
SDH	- Synchronous Digital Hierarchy - synchrónna digitálna hierarchia
SFD	- Start Frame Delimeter - štartový rámcový oddeľovač
SIP	- Session Initiation Protocol -signalizační protokol pre vytvorenie relácie
SMTP	- Simple Mail Transfer Protocol – poštový prenosový protokol
SONET	- Synchronous optical network ¹
TACS	- Total Access Communication System - prístupový komunikačný systém
TCP	- Transmission Control Protocol – protokol riadenia vysielania
UA	- User Agent - Užívateľský agent
UDP	- User Datagram Protocol - užívateľský datagramový protokol
URL	- Uniform Resource Locator - jednotný lokátor zdrojov
UTF - 8	- 8 - bitový Unicode Transformation Format ` 8-bitový transformačný formát pre znakovú sadu Unicode
UTMS	- Universal Mobile Telecommunications System ¹
VoD	- Video on Demand - video na požiadanie
VoIP	- Voice over IP - hlas cez IP, internetová telefónia
WAN	- Wide area network - rozľahlá sieť
WI-FI	- Wireless - Fidelity - slovná hračka „bezdrôtová vernosť“
WLAN	- Wireless LAN - bezdrôtová lokálna sieť
WWW	- World Wide Web - celosvetová web sieť

¹ Slovenský názov som nenašiel

Obsah

1. Úvod	3
2. Charakteristika služieb.....	5
2.1 Rozdelenie služieb	5
2.1.1 Interaktivita služieb - kategorizácia podľa ITU-T	6
2.2 Služby z hľadiska prenášaného obsahu	7
2.2.1 Hlasové služby	8
2.2.2 Dátové služby	8
2.2.2.1 Protokol X.25.....	8
2.2.3 Kombinované služby	8
2.2.3.1 Digitálna sieť integrovaných služieb ISDN	9
2.2.3.2 Technológia ATM	9
2.2.3.3 Technológia SONET/SDH	10
2.2.3.4 Mobilné technológie	10
2.3 Siete z pohľadu prevádzky služieb	11
2.3.1 Služby hlasovej siete.....	11
2.3.1.1 Prístupová sieť	11
2.3.1.2 Transportná sieť	11
2.3.2 Služby dátovej siete	11
2.3.2.1 Lokálne siete.....	12
2.3.2.2 Rozľahlé siete	12
2.4 Využitie služieb podľa komunikačného spojenia	13
3. Protokoly interaktívnych služieb	15
3.1 Transportná služba.....	15
3.1.1 Transportná služba so spojením.....	15
3.1.2 Transportná služba bez spojenia	16
3.2 Aplikačné protokoly	17
3.2.1 Súbor protokolov H.323	17
3.2.2 Signalizačný protokol pre vytvorenie relácie	18
3.2.3 Protokol RTP	20
3.2.3.1 Videokodeky.....	20

3.2.3.2	Audiokodeky.....	21
3.2.4	Protokol RTCP.....	21
3.2.5	Protokol RTSP.....	22
3.2.6	Protokol IRC.....	23
3.2.7	Protokol HTTP.....	24
3.2.8	Protokol SMTP.....	25
3.2.9	Protokol POP3.....	25
3.2.10	Protokol IMAP4.....	26
3.3	Internetový Protokol.....	27
4.	Analýza interaktívnych služieb.....	29
4.1	Interaktívne služby prebiehajúce v reálnom čase.....	29
4.1.1	Webová služba.....	29
4.1.2	IP telefónia.....	30
4.1.2.1	Faktory ovplyvňujúce kvalitu služby.....	31
4.1.3	Textová komunikácia.....	33
4.1.4	Streaming.....	33
4.1.5	Video na požiadanie.....	35
4.2	Interaktívne služby neprebiehajúce v reálnom čase.....	36
4.2.1	Služba elektronickej pošty.....	36
4.3	Interaktívnosť služieb.....	37
4.3.1	Simulácia audio/video služieb.....	39
4.3.2	Simulácia dátových služieb.....	40
4.4	Analýza výsledkov simulácie.....	42
5.	Spracovanie interaktívnej prezentácie.....	43
6.	Záver.....	44
	Literatúra.....	45
	Obsah priloženého CD.....	47

1. Úvod

Interaktívne komunikačné služby sa stali dôležitou súčasťou nášho života. Poskytujú možnosť byť neustále v kontakte so svojimi blízkymi a priateľmi, poprípade s pracovnými partnermi. Obrovské využitie majú v dnešnej dobe aj v oblasti zábavy a trávenia voľného času.

Komunikačná technika zaznamenala za relatívne krátky čas ohromný skok. Za najväčší pokrok v tejto oblasti vďačíme najmä objavu elektriny a zostrojeniu telegrafu v 19. storočí. Následne sa telegraf rozvinul tak, že telegrafné linky spájali mestá a štáty či neskôr dokonca kontinenty. Vynález telefónu koncom 19. storočia umožnil prenos hlasu obojsmerne v reálnom čase.

Postupným zdokonalením a rozširovaním sa telefónna sieť stala hlavným komunikačným prostriedkom na viac ako 100 rokov. Jej vplyv sa začal zmenšovať nástupom mobilných sietí a celosvetovej siete Internet, na ktorú sa z pohľadu interaktívnych služieb zameriava aj táto práca.

V budúcnosti sa predpokladá zvýšenie interakcie užívateľa s koncovým terminálom (zariadením). Už dnes je bežné zadať telefónne číslo hlasom, ovládať mobilné telefóny a tablety dotykmi prstov pomocou dotykových obrazoviek, či používanie interaktívnych tabúl v školách nahrádzajúcich pre mnohých alergickú kriedu. V budúcnosti sa očakáva posun k dosiahnutiu najodvážnejšieho cieľa a to kontroly zariadení pomocou myšlienok. Predpovedať však vývoj v IT je nesmierne ťažké, veď pred 30 rokmi si nikto ani len nepredstavoval disky o kapacite niekoľko stoviek gigabajtov a dnes ich má pomaly každý počítač.

Kým telegraf alebo telefón boli určené primárne na prenos hlasu, tak internetová sieť založená na paketovom prenose bola vyvinutá na prenos a zdieľanie dát. Aj keď hlas a dáta majú iné požiadavky na prenos, nastáva rokom 1990 zlučovanie týchto oddelených sietí do jednej. Konvergencia hlasu a dát umožnilo vzniknúť kvalite služby (QoS) zabezpečujúcej parametre daného spojenia. To umožnilo vznik multimediálneho obsahu. Hlas a video sa stali populárnymi prvkami internetového obsahu, postupne vznikali služby ako internetová telefónia, či streaming. Mnohé interaktívne služby poskytujúce dovtedy nevídanú možnosť užívateľa podieľať sa na priebehu služby prispeli k nárastu popularity využívania internetu.

Kým najmä konverzačné interaktívne služby prebiehajú v reálnom čase, poznáme aj interaktívne služby, kde časový charakter nie je tak dôležitý. Pokiaľ komunikujú dva účastníci medzi sebou pomocou VoIP, tak je potrebné zabezpečiť prenos odpovede v najkratšom možnom čase. Naopak, služba elektronickej pošty posieľa dáta na server a záleží na adresátovi kedy sa k správe dostane. Nedochádza tak k priamej komunikácii medzi účastníckymi terminálmi v reálnom čase, ale prostredníctvom medzičlánku.

V posledných rokoch sa dôležitosť kvality služby rapídne zvýšila. Dnes je jednou z ústredných súčastí celého prenosu. Narastajúcim využívaním siete Internet na prenos hlasu práve QoS poskytuje mechanizmus dosiahnutia požadovanej kvality. Pretože ale paketová sieť nebola spočiatku určená na prenos hlasu, zabezpečenie parametrov je oveľa náročnejšie. Pocit interaktívnej hlasovej komunikácie je dosiahnuteľný iba pri nízkych hodnotách oneskorenia a práve oneskorenie je veľký „nepriateľ“ paketových sietí, navrhnutých najmä na nulovú stratu dát.

Vznik oneskorenia nesúvisí iba s prenosovou cestou prípadne jej dĺžkou. Nemenej dôležitý aspekt predstavuje samotné spracovanie vzoriek, použité zdrojové kódovanie a používanie pomocných vyrovnávacích pamätí.

V práci sa preto venujem aj jednotlivým parametrom ovplyvňujúcim kvalitu služby a tým aj spokojnosť s jej využívaním. Špeciálne sa zaoberám problematikou oneskorenia, vplývajúceho na odozvu (interakciu) užívateľa. Využitím jednoduchej simulácie časového priebehu služieb analyzujem časovú náročnosť služieb. Pomocou nej následne spracujem hodnotenie služieb vo vzťahu k ich ponúkanej interaktivite.

V práci sa tak snažiť podať ucelený pohľad na súčasné populárne interaktívne služby a poskytnúť analýzu jednotlivých služieb a javov vplývajúcich na kvalitu daných služieb.

2. Charakteristika služieb

Pojem komunikácia môže byť všeobecne chápaný ako interaktívna výmena informácií medzi dvomi prípadne viacerými objektmi. Ľudská komunikácia je základným príkladom interaktívnej komunikácie.

V princípe poznáme dva spôsoby výmeny informácií.

Fyzický prenos nosiča informácií a *prenos informácií pomocou elektrických, rádiových alebo optických signálov* [1].

Hlavný dôvod komunikácie je výmena informácií. Vďaka informáciám si prijímateľ dopĺňa a rozširuje svoje vedomosti. Informácie, sa odosielať v podobe správy a obsah správy musí byť zrozumiteľný pre prijímateľa, aby správu vedel pochopiť a správne interpretovať.

Informácia je vyjadrená viacerými spôsobmi ako: hlas, text, obraz, dáta. Nato aby sa informácie prenášali komunikačnými sieťami, je potrebné transformovať tieto informácie na vhodnú formu. Takto spracovaná správa sa prenáša pomocou vhodného prenosového kanála, najčastejšie ako elektromagnetický signál.

Siete sa z hľadiska charakteru prenášaných signálov rozdeľujú na dve veľké skupiny a to *digitálne* a *analogové* siete.

Analogová sieť využíva harmonický signál, v čase mení svoj stav a nadobúda rôzne hodnoty. Analogový signál charakterizuje frekvencia, amplitúda a fáza. Typickým príkladom bola klasická telefónna sieť.

Digitálny signál nadobúda dva stavy – hodnoty 0 alebo 1. Signál je odolnejší voči rušivým vplyvom, ľahšie sa replikuje. Svoj najväčší úspech zaznamenal práve v obore IT, v dátovej komunikácii.

Podľa princípu smerovania dát rozlišujeme siete s prepínaním paketov a prepínaním okruhov.

Siete s prepínaním paketov rozdeľujú informáciu na pakety, ktoré sa sieťou prenášajú bez toho aby bolo nadviazané a rezervované spojenie s druhou stranou, bez zistenia, či je druhá strana vôbec schopná prijímať pakety. Každý paket tak musí obsahovať všetky údaje potrebné k odoslaniu do cieľa. V prípade výpadku na trase, sieť umožňuje presmerovať paket, ale vzniknutý časový rozdiel môže zapríčiniť príchod paketov ku odosielateľovi mimo poradia. Preto je potrebné pakety správne zoradiť, čo má za následok predĺženie potrebného času na spracovanie dát.

Siete s prepínaním okruhov vytvoria medzi dvoma prenosovými kanálmi, ktorý je im k dispozícii (za ktorého „prenájom“ si platia) a nikto iný ho nemôže používať. Vďaka tomu sú dáta prenášané jednou cestou v správnom poradí, komunikácia prebieha spoľahlivo. To znamená poskytnutie garancie na určitú prenosovú kvalitu.

2.1 Rozdelenie služieb

Pre koncového užívateľa predstavujú služby účel (dôvod) zariadenia pripojenia do siete. Služba predstavuje produkt s presne určeným zameraním. Existuje obrovské množstvo služieb, ktoré sa následne kvôli prehľadnosti a lepšej orientácii rozdeľujú podľa viacerých kritérií.

Pri zohľadňovaní špecifik služieb z pohľadu zadanej témy možno tie rozdeliť na:

- interaktívne
- neinteraktívne

Intraktívne služby možno rozdeliť na :

- služby pracujúce v reálnom čase
- služby nepracujúce v reálnom čase

2.1.1 Interaktivita služieb - kategorizácia podľa ITU-T

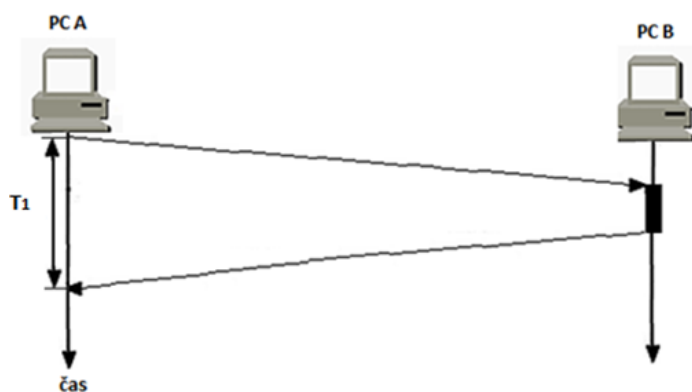
Komplexný pohľad na interaktívny charakter služieb nám poskytuje kategorizácia ITU-T.

Podľa ITU-T možno širokopásmové služby rozdeliť do štyroch kategórií. A to na konverzačné služby, vyhľadávacie služby, služby na odovzdávanie správ a distributívne služby. Z toho distributívne služby nepatria medzi interaktívne služby, pretože slúžia iba na prenos informácií ako napríklad rozhlasové alebo televízne vysielanie [8].

Kategória	Charakteristika	Najznámejšia služba
Konverzačné služby	Komunikácia medzi užívateľmi v reálnom čase	VoIP
Vyhľadávacie služby	Na základe užívateľských požiadaviek vyhľadávanie a zvolenie informácií (v reálnom čase) z informačných centier	VoD
Služby na odovzdávanie správ	Komunikácia medzi užívateľmi, ktorá neprebieha v reálnom čase	E-mail

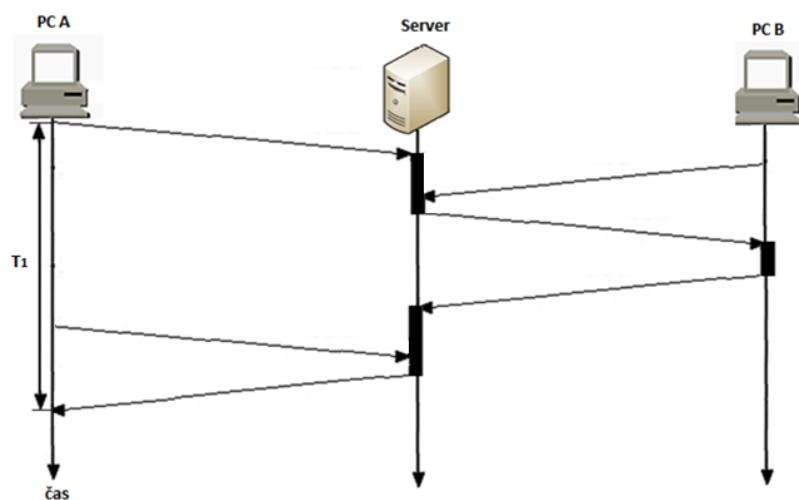
Tab. 1: Rozdelenie interaktívnych služieb [8]

Interaktívne služby prebiehajúce v reálnom čase vytvárajú prostriedok na obojsmernú komunikáciu. Komunikácia prebieha priamo medzi koncovými terminálmi účastníkov alebo medzi účastníkom a poskytovateľom služby.



Obrazok 1: Časový priebeh interaktívnych služieb reálneho času

Interaktívne služby neprebiehajúce v reálnom čase využívajú pri komunikácii úložnú jednotku. Komunikácia tak neprebíha priamo medzi zainteresovanými stranami.



Obrazok 2: Časový priebeh interaktívnych služieb neprebiehajúcich v reálnom čase

2.2 Služby z hľadiska prenášaného obsahu

Prenášaný obsah sa dá rozdeliť na dve základné skupiny: HLAS a DÁTA. Dlhú dobu fungovali prenosové systémy pre obe skupiny separátne. Postupným zavedením novej koncepcie v telekomunikáciach, ktorá na rozdiel od minulosti umožňuje združiť všetky druhy informácií do jednej siete, umožnila efektívne budovanie sietí. Odpadá tak nutnosť budovať infraštruktúru pre každú službu osobitne.

2.2.1 Hlasové služby

Hlasová služba pod ktorou si môžeme predstaviť klasické telefonovanie, prenáša ľudský hlas upravený a prispôsobený prenosovej technológii.

Klasická telefónna sieť funguje na princípe prepínania okruhov a vytváraním privátneho komunikačného kanála pre užívateľov. Na vytvorenie spojenia je potrebné zabezpečiť signalizáciu. Signalizácia predstavuje mechanizmus slúžiaci na vytvorenie, údržbu a ukončenie spojenia. Doba po ktorú je spojenie aktívne je následne tarifikované.

Vznikom privátneho kanálu sa garantujú prenosové parametre, služba poskytuje výbornú kvalitu hovoru.

2.2.2 Dátové služby

Služby sú určené na spoľahlivý prenos dát s využitím metódy prepínania paketov. Medzi užívateľmi tak počas prenosu nie je vytvorená permanentná linka. Tento spôsob umožňuje lepšiu efektivitu prenosu.

2.2.2.1 Protokol X.25

Protokol X.25 je najstarším typom technológie prepínania paketov. Tento protokol obsahuje mnoho funkcií pre kontrolu chýb a prípadnú opravu. V dobe nie príliš veľkej spoľahlivosti pripojenia WAN tak poskytoval potrebnú garanciu dátových služieb, v súčasnosti ale spôsobuje skôr zbytočné zaťaženie siete. S týmto protokolom sa dnes môžeme stretnúť pri platbe kreditnou kartou cez terminál alebo výber v niektorých bankomatoch.

Špecifikácia X.25 definuje iba rozhranie medzi klientom (DTE) a sieťou X.25 (DCE). V dobe vzniku neexistoval referenčný model OSI a tak sú známe rôzne implementácie tejto technológie [4].

2.2.3 Kombinované služby

Konvergencia hlasu a dát umožnila vznik multimediálneho obsahu. Multimédia sa pričínili o rozmach interaktívnych služieb. Užívatelia mohli medzi sebou komunikovať zvukom aj obrazom, mnohé televízie a rádia sprístupnili svoje vysielanie na internet. Človek tak prestal byť závislý od svojej aktuálnej geografickej polohy, postačovalo mať pripojenie do siete. Internet sa tak stáva novým komunikačným prostriedkom.

Existuje viacero protokolov a štandardov umožňujúci súbežný prenos hlasu a dát. Každá technológia má svoje klady a zápory a rozličné nasadenie podľa požadovaného využitia týchto služieb. Všetky spomenuté technológie môžu byť prepojené využitím sieťového protokolu IP. IP preto predstavuje efektívny prostriedok na vytváranie a prepájanie sietí.

2.2.3.1 Digitálna sieť integrovaných služieb ISDN

Je to sada komunikačných celosvetových štandardov pre digitálny simultánny prenos hlasu, videa a dát cez obvody verejnej telefónnej siete v digitálnom formáte. Predstavuje snahu o premenu existujúcej analógovej telefónnej siete na digitálnu.

Pre digitalizáciu telefónneho signálu sa využíva *PCM – pulzná kódová modulácia*. Vzorkovacia frekvencia 8 kHz zaznamenáva 256 úrovní signálu. K prenosu telefónneho hovoru stačí prenosová rýchlosť 64 kbit/s tzv. B - kanál.

Každý B - kanál je chápaný ako jedno vytáčané pripojenie a je tiež v čase spojenia samostatne tarifikovaný. Digitálny charakter prenosu informácií zaručuje definovanú kvalitu prenosu bez ohľadu na vzdialenosť. Všetky signalizácie súvisiace so spojením sú prenášané oddelene od používateľských dát takzvaným D-kanálom (16 kbit/s), ktorý je neustále pripojený a je zadarmo.

ISDN poskytuje dva typy prístupu [3]:

Základný prístup BRI - obsahuje dva samostatné 64 kbit/s B kanály a jeden 16 kbit/s D - kanál.

Primárny prístup PRI - obsahuje tridsať samostatných 64 kbit/s B kanálov a jeden 64 kbit/s D kanál. (v USA a Japonsku je to 23 B - kanálov). Zlúčením kanálov dohromady sa vytvorí prenosová rýchlosť 2 048 kbit/s (USA 1 544 kbit/s).

2.2.3.2 Technológia ATM

Cieľom ATM bolo predstaviť univerzálnu technológiu pre integrované služby. K naplneniu tejto myšlienky ale nedošlo, pretože by to znamenalo poskytovať homogénnu sieť založenú na ATM. To odporovalo princípu prepojovania sietí, keď rôznorodé siete sú prepojené pomocou IP protokolu.

Bunka v ATM predstavuje dátovú jednotku, ktorá má na rozdiel od paketu stanovenú pevnú dĺžku. Tým sa zjednoduší a zrýchli celkové spracovanie. ATM využíva asynchrónny prenos, v tomto prípade to značí nepravidelný výskyt buniek počas spojenia. ATM sieť dokáže garantovať prenosovú rýchlosť, podporuje všetky typy informácií (dáta, hlas, multimédia).

Dáta sa prenášajú v bunkách o konštantnej dĺžke 53 bajtov, z čoho bunka prenáša 48 bajtov dát. Logicky je linka rozdelená na virtuálne cesty. Každá ATM bunka vo svojom záhlaví nesie identifikáciu virtuálnej cesty a virtuálneho kanálu. Virtuálne cesty a kanály sú jednostranné cesty, tj. pre obojstrannú komunikáciu musí byť pre každý smer komunikácie zriadená samostatná cesta. Jadrom ATM siete sú prepínače, ktoré prepínajú virtuálne cesty medzi sebou [1].

Medzi výhody patrí vysoká prenosová rýchlosť (až do 2,4 Gbit/s) a možnosť emulovania LAN medzi geograficky vzdialenými zariadeniami. Vytváraním virtuálnej cesty poskytuje oveľa lepšiu garanciu QoS v porovnaní s inými technológiami.

Medzi nevýhody patria vysoké zriaďovacie náklady a zložitejšia technológia. ATM je ale prítomná v optických rozľahlých sieťach.

2.2.3.3 Technológia SONET/SDH

Optické prenosové telekomunikačné siete sú dnes najčastejšie založené na technológii *SDH* (Európa) a obdobnej technológii *SONET* (USA). Prenosové rýchlosti sa v súčasnosti pohybujú na úrovni niekoľko desiatok Gbit/s [3]. V oboch prípadoch sa digitálny signál prenáša na princípe časového multiplexu, ktorý je namodulovaný na jednu nosnú optickú frekvenciu prenášanú jedným optickým vláknom. Signál v základnom rámci v SDH má prenosovú rýchlosť 155 Mbit/s.

Tieto siete majú niekoľko nedostatkov, pretože boli vyvinuté primárne pre *hlasový prenos*. Napriek tomu dokážu prenášať hlas aj dáta súčasne, problém nastáva v efektívnosti prenosu. Dáta sa prenášajú vo virtuálnych blokoch – kontajneroch s danou veľkosťou. V porovnaní s hlasom dochádza postupne k veľkému navyšovaniu objemu prenášaných dát a keďže hlas a dáta sa synchronne prenášajú v rovnako veľkých kontajneroch, dochádza k plytvaniu kapacity liniek. (100 Mbit/s Ethernet v 155 Mbit/s virtuálnom kontajneri). Pri výstavbe nových sietí tak býva často nahradzovaný 10 Gbit/s Ethernetom [1].

2.2.3.4 Mobilné technológie

Mobilné siete postupne vytlačujú klasickú telefónnu sieť pre hlasovú komunikáciu. Siete prvej generácie poskytujúce svoje služby v 80. rokoch, boli analógové a vďaka rozličným technológiám medzi sebou nekompatibilné, neumožňovali roaming. (NMT – Nórsko, TACS - Veľká Británia). Druhá generácia využívajúca digitálneho prenosu, nesie názov *GSM*.

Sieť GSM sa delí do malých buniek, telefón sa pripája do siete pomocou najbližšej bunky. GSM pracuje na viacerých frekvenciách. V Európe 900 MHz, v USA a Kanade sa používajú na GSM frekvencie 850 MHz a 1 900 MHz. Vďaka roamingovým dohodám medzi jednotlivými operátormi je možnosť uskutočňovať hovory medzi sieťami v rozličných krajinách.

V súčasnosti je nasadzovaná postupne aj sieť tretej generácie – *UMTS*, ktorá je už okrem *hlasových služieb* prispôbena aj na *dátové služby*, podporujúce rýchlosti až do 2 Mbit/s (záleží od rýchlosti pohybu). Oproti GSM poskytuje aj video hovory. Na Slovensku a v Česku sa využívajú frekvencie 2 000 MHz [20].

2.3 Siete z pohľadu prevádzky služieb

Z hľadiska sprostredkovania rozličných služieb dochádza k členeniu aj samotných prevádzkových sietí. Hlasové a dátové siete používajú rozdielne členenie určené ich účelom použitia a funkčným riešením.

2.3.1 Služby hlasovej siete

Telefónna (hlasová) služba je poskytovaná pomocou prístupovej a transportnej siete. Hovorový signál sa prenáša vo frekvenčnom pásme 300 – 3 400 kHz.

2.3.1.1 Prístupová sieť

Jednotliví účastníci koncového zariadenia sa pripájajú ku komunikačnému uzlu, ktoré je danú službu schopné poskytnúť (telefónna ústredňa). Koncové zariadenie predstavuje telefónny prístroj, fax alebo modem slúžiaci na pripojenie na sieť Internet (Dial - up). Prístupová sieť slúži na prenos na krátke a stredné vzdialenosti.

2.3.1.2 Transportná sieť

Transportná sieť prenáša signály medzi uzlami siete, obvykle na veľké vzdialenosti. Na transportné siete sú tak kladené veľké požiadavky na spoľahlivosť prenosu. Preto je potrebné ju zohľadniť už pri výstavbe sietí. Transportné siete musia byť dimenzované vzhľadom na očakávané prevádzkové zaťaženie, v prípade výpadku musia byť schopné presmerovať prevádzku cez iné funkčné a kapacitne zvládajúce uzly. Takýto spôsob predpokladá zastrešenie celej siete centrálnym dohľadovým systémom.

2.3.2 Služby dátovej siete

Dátové siete zahŕňajú LAN, MAN a WAN siete. Tieto siete sa líšia svojou rozlohou a použitými technológiami. Kým LAN siete sú spravované lokálnym správcom, tak starostlivosť o WAN sieť preberá poskytovateľ danej siete (infraštruktúry). Metropolitné siete umožňujú rozšírenie pôsobnosti LAN ich predĺžením, zvýšením počtu uzlov, zvýšením prenosovej rýchlosti. Svojimi vlastnosťami sa ale radia k sieťam LAN.

Schopnosť prepájania jednotlivých sietí zabezpečuje sieťový protokol IP. IP je tak základný protokol, ktorý využívajú všetky interaktívne aplikácie v sieti Internet.

2.3.2.1 Lokálne siete

Predstavujú komunikačné siete spájajúce koncové zariadenia ako osobné počítače, servery, terminály alebo periférne zariadenia a umožňujú ich vzájomnú spoluprácu. Pracovná stanica je koncovým zariadením siete LAN, typicky je to osobný počítač komunikujúci s ostatnými užívateľmi v danej sieti.

Najpoužívanejšia sieťová technológia (90 % zo všetkých lokálnych sietí [1]) je *Ethernet*. Ethernet predstavuje jednoduchý protokol, vďaka ktorému je inštalácia a údržba veľmi jednoduchá.

Na identifikáciu jednotlivých staníc využíva ich jedinečnú MAC adresu sieťovej karty. Vývoj sa datuje už od sedemdesiatych rokov. Ethernet s rýchlosťou 10 Mbit/s z roku 1983 bol postupne vytlačovaný novšími verziami, hlavne Gigabitový Ethernet – 1 Gbit/s a 10 Gigabit Ethernet – 10 Gbit/s.

Bezdrôtová lokálna sieť poskytuje alternatívu k pevným sieťam. Predstavujú riešenie ako sa vyhnúť neporiadku a údržbou kabeláže pri väčšom počte zapojených staníc. Rovnako poskytujú mobilitu pre užívateľov s prenosnými počítačmi, sieť poskytuje oveľa väčšie možnosti pohybu ako klasický kábel limitovaný svojou dĺžkou. Nevýhodou tohto typu sietí je náchylnosť na rušenie všetkými zariadeniami vysielajúcimi na rovnakej frekvencii a bezpečnosť vysielania, ktorej treba venovať veľkú pozornosť.

V roku 1997 bola schválená IEEE norma 802.11, ktorá definovala dve rýchlosti 1 a 2 Mbit/s prenesených infračerveným signálom alebo na frekvencii 2.4 GHz. Rodina 802.11 v súčasnosti obsahuje šesť úprav techník komunikácie vzduchom, 802.11b bol prvý všeobecne prijatý štandard. Nasledovali 802.11a a 802.11g. Štandardy 802.11b a 802.11g (prenosová rýchlosť pre g do 54 Mbit/s) používajú frekvenciu 2.4 GHz, ktorá môže byť rušená mikrovlnnými trúbami, bezdrôtovými telefónmi a inými aplikáciami využívajúcimi túto voľne prístupnú frekvenciu. Štandard 802.11a preto využíva frekvenciu 5 GHz, má ale spravidla menší dosah [7]. Certifikáciou produktov a rozvojom WLAN sa zaoberá združenie *WI-FI Alliance*.

2.3.2.2 Rozľahlé siete

Rozľahlé siete umožňujú komunikáciu na veľké vzdialenosti, spájajú rôzne LAN a MAN siete v pôsobnosti krajín, kontinentov ale i sveta. Prenosové rýchlosti sa veľmi líšia podľa typu siete. Začínajú na desiatkach kbit, ale dosahujú aj rádovo Gbit/s.

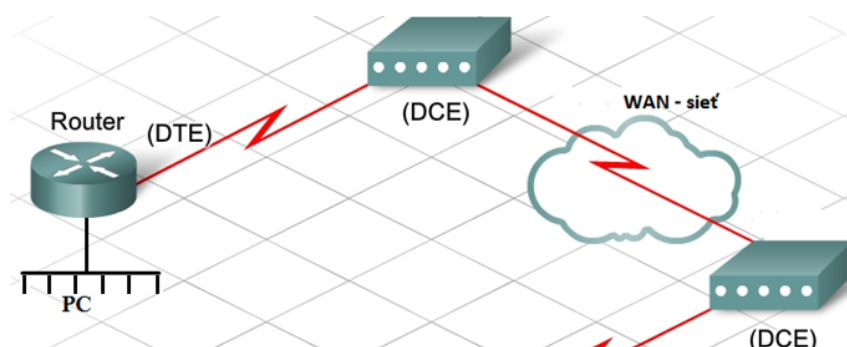
Najväčší význam pre koncového užívateľa má rozhranie prístupu k sieti, jeho vlastnosti a funkcionálnosť.

Rozhranie je ohraničené dvoma zariadeniami DTE a DCE.

DTE – koncové dátové zariadenie – typicky počítač, terminály, tlačiarne

DCE - ukončujúce zariadenia dátového prenosu – hlavnou úlohou je poskytovať rozhranie medzi rozľahlou sieťou a koncovým zariadením, napríklad zmena telekomunikačného okruhu na dátový.

Fyzická vrstva WAN tvorí rozhranie medzi zariadením dátového terminálu (DTE) a ukončovacím zariadením dátového obvodu (DCE). DCE je poskytovateľom služby a DTE je pripojeným zariadením.



Obrázok 3: Schéma WAN siete

2.4 Využitie služieb podľa komunikačného spojenia

Tradičná telefónna sieť poskytovala možnosť prístupu známou ako prenos „Bod – Bod“. Volajúci navolil číslo volaného a čakal na nadviazanie spojenia. Nebolo možné komunikovať medzi viacerými ako dvomi užívateľmi (uzlami) naraz. Postupným vývojom komunikačných technológií sa do popredia dostáva aj druhý spôsob označovaný ako „Bod – Multibod“, pozostávajúci z vysielania viacerým účastníkom v rovnaký čas.

Názov služby	Bod - Bod	Bod - Multibod
VoIP	✓	✓
VoD	✓	
WWW	✓	
E-mail	✓	
Streaming	✓	✓

Tab. 2: Prehľad vybraných interaktívnych služieb a ich možností spojenia

Vysielanie viacerým staniciam v rovnakom čase (označované aj ako multicast) umožňuje transportný protokol UDP vďaka svojej implementácii.

VoIP je efektívnym komunikačným prostriedkom. Predstavuje riešenie zabezpečenia komunikácie medzi osobami vzdialenými stovky kilometrov, čo výrazne redukuje náklady a čas.

Streaming prezentuje oba komunikačné spôsoby a tak záleží od účelu ponúkanej služby. Pokiaľ je požadované zabezpečiť každému užívateľovi svoj nezávislý prístup (pri niektorých implementáciách VoD) využíva sa prvá technológia nazývaná aj ako unicast. Pri streamovaní internetového rádia, športových prenosov je efektívnejšie posielat' jeden stream skupine, redukujú sa tak kópie rovnakých dát, čo má pozitívny vplyv na vyťaženosť siete.

3. Protokoly interaktívnych služieb

Protokol predstavuje množinu syntaktických (formát správ, príkazov a odpovedí) a sémantických (aplikovanie príkazov a odpovedí) pravidiel [1].

Protokol musí byť jasne definovaný, inak by dochádzalo k problémom s nekompatibilitou pri prepájaní rozdielnych sietí. Pre prenos dát sú určené transportné protokoly, obsluha konkrétnej služby je zabezpečená jednotlivými protokolmi aplikačnej vrstvy.

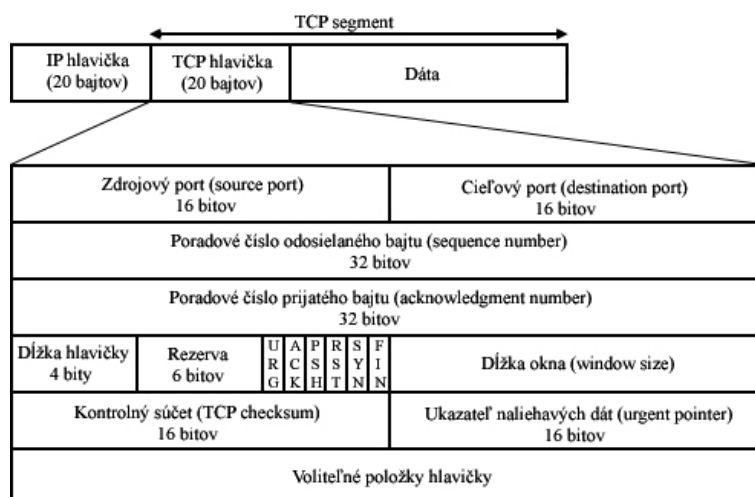
3.1 Transportná služba

Protokoly transportnej vrstvy zabezpečujú prenos dát od zdroja k danému cieľu, môžu riešiť jeho spoľahlivosť. Transportné protokoly tiež určujú, pre ktorú aplikáciu sú dané dáta určené. Medzi tieto protokoly patria TCP a UDP. Podieľajú sa na prenose každej služby využívajúcej IP protokol.

3.1.1 Transportná služba so spojením

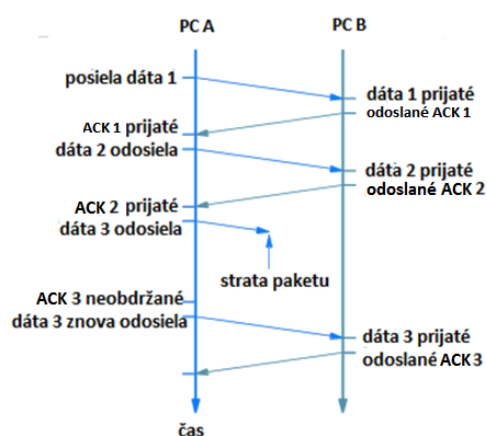
Vďaka TCP môžu aplikácie pre koncové zariadenia v počítačových sieťach vytvárať medzi sebou *spojenia*, ktorými je možné posielat' dáta. Protokol pritom zaručuje, že dáta odoslané z jedného konca spojenia budú prijaté na druhej strane spojenia v rovnakom poradí a bez chýbajúcich častí. TCP je spojovo orientovaný, znamenajúc, že príjemca potvrdzuje prijímané dáta.

Základnou jednotkou prenosu v TCP je TCP segment. Záhlavie segmentu obsahuje zdrojový a cieľový port (princíp odosielateľ prijímateľ).



Obrázok 4: TCP segment

Počas fázy nadviazania TCP spojenia sa medzi dvoma terminálmi vymenia tzv. initial sequence numbers (ISN). Tieto slúžia na identifikáciu dát v dátovom toku a počítanie dátových bajtov. V každom TCP segmente existuje dvojica poradových čísel, ktoré sa nazývajú poradové číslo a potvrdzovacie číslo. Odosielateľ TCP segmentu nazýva poradové číslo jednoducho poradové číslo, zatiaľ, čo odosielateľ považuje poradové číslo segmentu od prijímateľa za potvrdzovacie číslo. Aby bola zabezpečená spoľahlivosť, prijímateľ potvrdzuje dáta v TCP segmente tak, že indikuje obdržané množstvo súvislých bajtov v TCP toku. TCP vykonáva kontrolu dát pomocou ACK. Cieľové zariadenie zasiela späť potvrdenie o úspešnosti prijatia a zároveň oznamuje, že je pripravený prijať ďalšie dáta. Pokiaľ nedostane potvrdenie do určitého času tak sa dáta pre pošlú znova. TCP kontroluje, či dáta neboli poškodené tak, že ráta kontrolný súčet pre každý blok odoslaných dát, ktorý sa pri prijímaní kontroluje [1] [2] [3].



Obrázok 5: Potvrdzovací mechanizmus TCP

TCP môže využívať tzv. kľzavé okno (sliding window). Užívateľ môže vyslať toľko dát, aké je prednastavené okno bez toho aby čakal na potvrdenie. Okno sa posúva vždy po prijatí ACK. Odosielateľ si tak musí udržiavať v zásobníku dáta, ktoré odoslal, ale ešte nie sú potvrdené, aby ich mohol v prípade potreby znova poslať [24].

TCP sa ale nehodí pre všetky aplikácie. Príkladom sú hlasové služby reálneho času, pre ktoré je mechanizmus spoľahlivého doručenia nežiaduci, spôsobilo by to iba časovú degradáciu danej služby.

3.1.2 Transportná služba bez spojenia

Protokol UDP je jednoduchou alternatívou k protokolu TCP. UDP je nespojový, po odoslaní sa ďalej nestará, či bol datagram doručený korektne. Preto je UDP pre časovo citlivé účely rýchlejší a efektívnejší. Môže nastať situácia, že dôjde k strate datagramu, ale pri sledovaní videa alebo počúvaní zvuku sa to prejaví v podobe artefaktov v obraze či zapraskanie v reproduktorech.

Z tohto dôvodu je UDP záhlavie oveľa jednoduchšie, neobsahuje poradové čísla, má menšiu veľkosť. Analogicky s TCP obsahuje čísla zdrojového a cieľového portu, UDP ma svoju nezávislú sadu čísel portov.

Jedinečnosť tohto protokolu dokumentuje najmä fakt, že adresátom UDP datagramu nemusí byť len jednoznačná IP adresa. Adresátom môže byť skupina staníc. Táto vlastnosť je využívaná v podobe broadcast (dáta sa pošlú všetkým účastníkom danej skupiny) a hlavne multicast (datagram z jedného zdroja sa pošle určitému počtu koncových zariadení v skupine).

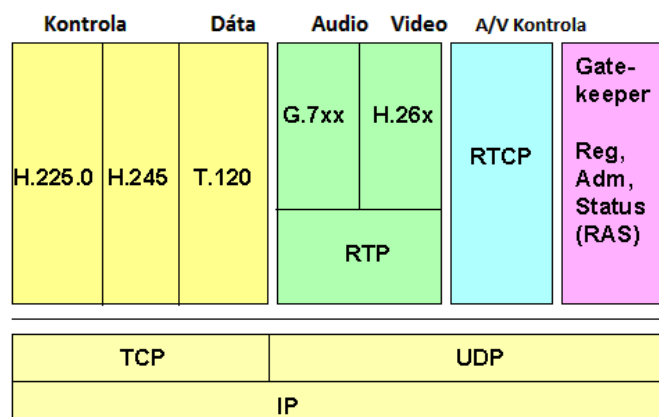
3.2 Aplikačné protokoly

Protokoly tu popísané poskytujú nástroje priamo ovplyvňujúce a zabezpečujúce funkčnosť pre konkrétnu interaktívnu službu.

3.2.1 Súbor protokolov H.323

Štandard H.323 je určený pre prevod signalizácie paketového protokolu na formát signalizácie telefónnej siete. Zahrňuje kompresiu a kódovanie zvuku a signalizáciu volania RAS pre nadviazanie spojenia a zabezpečenie komunikácie medzi koncovými bodmi. Štandard H.323 stanovuje minimálnu sadu kodekov, ktoré musia byť podporované každým zariadením, čím sa zaručuje, aby sa každý dvaja používatelia ľubovoľných zariadení dokázali spojiť. Využíva sa tak hlavne na prenos hlasu a obrazu v konverzačných interaktívnych službách.

Signalizácia volania zabezpečuje nadviazanie spojenia medzi dvomi koncovými bodmi na základe výmeny sprav cez signalizačný kanál a to priamo medzi koncovými zariadeniami alebo medzi koncovými zariadeniami a zariadením Gatekeeper. RAS zabezpečuje komunikáciu medzi koncovým zariadením a Gatekeeper. Ten je využívaný k registrovaniu, riadenia prístupu pre terminály, zmeny šírky pásma, kontrola stavu a uvoľňovacie procedúry medzi terminálmi a Gatekeeper.



Obrázok 6: Štruktúra H.323 štandardu

H.323 definuje štyri základne funkcie : Terminál, Brána, Gatekeeper a MCU [3].

Terminál je základná zložka na uskutočnenie obojstrannej komunikácie v reálnom čase (napríklad PC). Musí podporovať H.245 pre vytvorenie prenosového kanálu pre zvuk a video, RAS a RTP/RTCP protokol.(H.225)

Brána zabezpečuje obojsmernú komunikáciu terminálov v sieti H.323 s terminálmi z iných sietí (napríklad ISDN, ATM) a slúži ako prekladač protokolov podľa jednotlivých typov koncových sietí. Pre protokol H.323 pracuje niekoľko protokolov (H.225, H.245) a na druhej strane pracujú protokoly špecifické pre tú konkrétnu sieť (ISDN). Ak siete používajú spoločné protokoly tak preklad nie je nutný.

Gatekeeper poskytuje riadiace služby pre terminály a brány, ale nepodieľa sa na prenose samotných dát. (obraz alebo zvuk)

MCU je riadiaca jednotka pre komunikáciu viac ako dvoch terminálov, určená pre konferenčné hovory.

Vytvorenie spojenia [3] [19]:

- Terminál 1 pošle RAS správu ARQ na Gatekeeper, kde špecifikuje typ a potrebnú šírku pásma v sieti.
- Gatekeeper potvrdí prístup vyslaním RAS správy ACF. V prípade nedostupnosti terminálu alebo kapacity siete zamietne RAS správou ARJ.
- Terminál 1 pošle správu SETUP (H.225) terminálu 2 k vytvoreniu spojenia.
- Terminál 2 odpovie CALL PROCEEDING (H.225) a registruje sa u Gatekeeper cez správu ARQ.
- Potvrdenie registrácie Gatekeeper prevedie cez správu ACF.
- Terminál 2 následne potvrdí vybudovanie spojenia.
- Terminál 2 ukončí spojenie pomocou správy ESC (H.245) a terminál 1 ju takisto potvrdí správou ESC. Následne ukončia registráciu a Gatekeeper uvoľní dané terminály.

H.323 nešpecifikuje konkrétny transportný protokol, ale iba doporučené k jednotlivým protokolom. Používanie TCP vzhľadom k jeho vlastnostiam však vedie k veľkej réžii samotnej siete. Vďaka nadmernej zložitosti a komplexnosti je v poslednej dobe je H.323 vytlačovaný iným omnoho flexibilnejším SIP.

3.2.2 Signalizačný protokol pre vytvorenie relácie

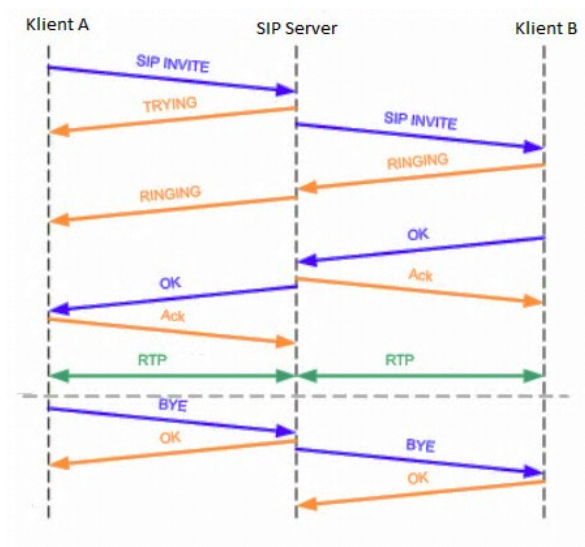
Protokol SIP je jednoduchý aplikačný protokol pre inicializáciu, modifikáciu a ukončovanie interaktívnych multimediálnych spojení. V praxi sa s ním najčastejšie stretáme na telefonovanie po IP sieti. Na rozdiel od klasického centralizovaného telekomunikačného

prístupu používa SIP distribuovaný prístup. Tým sa rozumie, že sieťové schopnosti, napríklad smerovanie hovorov a manažovanie spojenia sú rozložené na všetky uzly v sieti vrátane terminálov a SIP serverov. Protokol zabezpečuje možnosť vytvorenia multimediálneho dialógu medzi dvoma koncovými bodmi.

Za hlavné signalizačné úlohy sa považujú [6]:

- *umiestnenie používateľa* - určenie, s ktorým koncovým systémom sa komunikuje.
- *dostupnosť* - určenie, či sa volaný účastník chce zúčastniť komunikácie alebo nie
- *možnosti používateľa* - určenie médiá a jeho parametrov, ktoré budú použité pri komunikácii
- *zriadenie spojenia* - "vyzváňanie", stanovenie parametrov spojenia na oboch jeho stranách
- *správa spojenia* - zahŕňa prenos a ukončenie spojenia, zmenu parametrov spojenia a vyvolanie ďalších služieb.

Protokol SIP je typu klient - server, zariadenie môže byť klientom aj serverom. Telefón môže byť klient pre odchádzajúce hovory a zároveň slúžiť ako server pre prichádzajúce hovory.



Obrázok 7: Priebeh spojenia protokolom SIP

Na to aby mohli klienti a serveri medzi sebou komunikovať sa používajú správy SIP dvoch typov [4]:

Žiadosť

- INVITE – žiadosť klienta o nadviazanie spojenia
- BYE – žiadosť klienta o ukončenie spojenia
- ACK – potvrdenie, že klient dostal INVITE

- REGISTER – žiadosť o registráciu klienta na register serveri
- CANCEL – zrušenie žiadosti INVITE
- OPTIONS – žiadosť o zaslanie funkcií podporovaných serverom
- INFO – prenos informácií počas hovoru

Odpoveď – princíp číselných kódov z HTTP

- 1xx – Informačné správy (100 Trying, 180 Ringing)
- 2xx – úspešné ukončenie žiadosti (200 OK)
- 3xx – presmerovanie (305 Use Proxy)
- 4xx – chyba, rovnaká požiadavka by sa nemala opakovať (403 Forbidden)

SIP má v porovnaní s H.323 menšiu réžiu pretože nezabezpečuje žiadne funkcie QoS ani rezerváciu zdrojov. SIP síce dokáže pracovať v množine protokolov ktoré tieto funkcie dokážu zabezpečiť ale samotné ich nevykonáva. Inšpiráciou boli protokoly HTTP a SMTP. Jeho jednoduchosť je jednou z jeho výhod. V dôsledku toho môže SIP bez problémov koexistovať s existujúcimi internetovými aplikáciami. Takto sa VoIP telefónia stáva ďalšou internetovou aplikáciou ľahko sa integrujúcou do iných internetových služieb.

3.2.3 Protokol RTP

Real Time Transport Protocol zabezpečuje doručovanie interaktívnych dát v reálnom čase. Spolu s RTSP protokolom je využívaný aj pre streaming obrazu a zvuku. Typicky beží RTP na UDP protokole, môže byť ale použitý aj v iných sieťových a transportných protokoloch.

RTP je špeciálne určený pre multicast komunikáciu. Protokol neposkytuje žiadny mechanizmus na zaistenie doručenia datagramov ani pre doručenie datagramov v správnom poradí. Obsahuje však časové pečiatky a poradové čísla datagramov (sekvenčné číslo), podľa ktorých umožňuje prijímateľovi rekonštruovať postupnosť segmentov od odosielateľa, prípadne na určenie správnej pozície segmentu, napríklad pri dekódovaní videa bez nutnosti dekódovať predchádzajúce segmenty. Formát dát RTP dátovej jednotky je navrhnutý tak, aby sa dal prispôbiť jednotlivým požiadavkám aplikácie. RTP záhlavie nemá presne určenú dĺžku, môže sa skrátiť alebo rozšíriť o ďalšie pole.

Doručovanie datagramov je monitorované pomocou podporného protokolu RTCP, ktorý slúži k výmene informácií o kvalite služby a o účastníkoch daného spojenia.

3.2.3.1 Videokodeky

RTP obsahuje identifikáciu typu dát v pakete (audio/video, použitý kodek).

Časová pečiatka popisuje moment vzorkovania prvého oktetu v dátovom RTP. Pakety vygenerované v rovnakom čase majú rovnakú časovú pečiatku. Pakety z rôznych obrazových rámcov sú rozlišované podľa ich vlastných časových pečiatok. Väčšina video kódovaní tiež špecifikuje, že znakový bit v RTP hlavičke musí byť nastavený na 1 pre posledný paket z daného rámca, inak je znakový bit nastavený na 0 [9].

3.2.3.2 Audiokodeky

Jednou zo základných vlastností paketov používaných pre prenos hlasu v počítačových sieťach je schopnosť potlačiť ticho v rozhovore a to pomocou sekvenčného čísla a časovej pečiatky, ktoré umožňujú rozoznať ticho (vysielateľ nič nehovorí) od straty paketov. Táto vlastnosť nesúvislého prenosu, čiže potlačenia ticha, môže byť použitá s ktorýmkoľvek typom prenášaných dát a s ktorýmkoľvek druhom použitého audio kódovania. Samozrejme, aj príjemca dát musí byť na túto vlastnosť pripravený.

V závislosti od použitého kódovania a požadovanej kvality sa vzorkovacie frekvencie menia od 8 000, 16 000 až do 44 100 alebo 48 000 Hz.

3.2.4 Protokol RTCP

Protokol je založený na pravidelnej výmene kontrolných paketov medzi všetkými účastníkmi RTP relácie, pričom taktiež využíva UDP protokol. Hlavnou úlohou RTCP je poskytovanie spätnej väzby na kvalitu služieb (QoS) poskytované RTP protokolom. Funkcia spätnej odozvy je realizovaná prostredníctvom RTCP sender a receiver reports (správy odosielateľa a prijímateľa). RTCP pakety obsahujú informácie (forma štatistiky), podľa ktorých môže vysielajúca strana dynamicky meniť multimediálny tok ako rýchlosť prenosu alebo typ záťaže. RTCP tak poskytuje služby riadenia toku a kontrolu zahltenia siete. RTCP používa UDP port o jednotku väčší ako používa RTP.

RTCP definuje rôzne typy kontrolných správ [3]:

Sender Report

Aktívni účastníci konferencie, tzn. stanice, ktorý odosielať dáta, pravidelne posielajú správy typu Sender report. Sender Report správy obsahujú informácie o prebiehajúcej komunikácii a prenášajú tiež prijímacie štatistiky pre všetky poslane pakety RTP. Umožňujú tak prijímaču odhadovať komunikačnú rýchlosť a kvalitu prenosu.

Receiver Report

Receiver Report slúži pre neaktívnych účastníkov konferencií. Teda pre stanice, ktoré neodosielať žiadne RTP pakety. Správy informujú odosielateľa a ostatných príjemcov o kvalite služieb, problémoch prijímačov, obsahujú čísla stratených paketov .

Source Description Message

Vysielač pravidelne posiela správy s informáciami o sebe, ktoré sú k dispozícii ostatným užívateľom. Napríklad : CNAME (kanonické meno – dôležité v prípade reštartovania programu, prijímateľ potrebuje CNAME na uchovanie zoznamu účastníkov), NAME (meno užívateľa), EMAIL (emailová adresa), PHONE (telefónne číslo), LOC (geografická poloha), TOOL (názov aplikácie poskytujúca RTP spojenie), NOTE (popis súčasného stavu vysielača)

3.2.5 Protokol RTSP

Tento protokol je určený na streamovanie, umožňujúci klientovi používať na serveri príkazy ako "play" alebo "pause" (zastavenie obrazu, pozastavenie alebo pretočenie dopredu, dozadu) čím sa uľahčuje interaktívna real-time kontrola pri prehrávaní multimediálnych súborov. Prenos streamovaných dát nie je sám o sebe úlohou tohto protokolu. RTSP nasmeruje protokol RTP na doručenie obsahu dátového prúdu pomocou protokolu UDP alebo TCP v prípade, že aplikácia (sieť) nepodporuje UDP protokol.

Základné RTSP žiadosti [10]:

- **OPTIONS**
vráti typ žiadosti, ktoré bude server prijímať
- **DESCRIBE**
klientska identifikácia média pomocou URL RSTP protokolu (rtsp://...) DESCRIBE odpoveď servera klientovi musí obsahovať všetky potrebné inicializačné informácie pre zdroje, ktoré opisuje (IP adresu, dĺžka, transportne protokoly)
- **SETUP**
definuje prenos jednotlivých streamov, špecifikácia musí byť vykonaná pred odoslaním žiadosti PLAY. Obsahuje lokálny port pre príjem RTP dát (audio, video), druh služby (unicast/multicast)
- **PLAY**
spustenie prehrávanie jedného alebo viacerých streamov pomocou v SETUP opísaných špecifikácií. Požiadavka PLAY nesmie byť poslaná dokým prebiehajúci SETUP nebol úspešne potvrdený
- **PAUSE**
dočasné zastavenie jedného alebo viacerých streamov, ktoré môžu byť požiadavkou PLAY opäť prehrávané od miesta kde bolo pozastavené
- **RECORD**
žiadosť určená na odoslanie a uloženie streamu na server

- **TEARDOWN**

slúži na ukončenie prenosu, uvoľnenia liniek na serveri.

RSTP protokol využíva špecifický časový údaj **NORMAL PLAY TIME (NPT)**, ktorý označuje absolútnu pozíciu streamu vzhľadom k začiatku prenosu. Táto časová pečiatka udáva čas na desatiny sekundy. Začiatok prenosu zodpovedá času 0,0 sekundy. Špeciálna „konštanta“ *teraz* (anglicky *now*) je definovaná ako aktuálny okamžik a smie byť použitá len pre živé vysielanie (príklady: $npt = 12:05:35.3$ alebo $npt = now$).

Požiadavka **PLAY** obsahuje NPT, určuje dobu prehrávania buď do konca rozsahu alebo do konca vysielania.

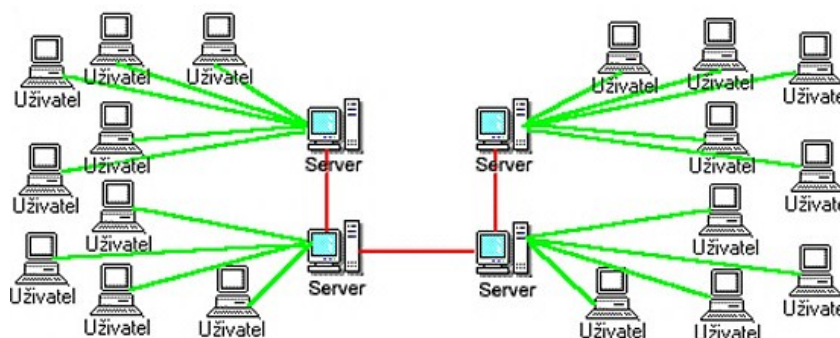
Príklad: komunikácia klient – server → **PLAY: Range: $npt = 10 - 15$, $npt = 30 -$** . V uvedenom príklade sa najprv prehrá sekunda 10. až 15. potom od 30. do konca. Pokiaľ príde počas prehrávania žiadosť **PAUSE** zaznamená server časový úsek, ktorý je ešte potrebné prehrať (pokiaľ je časové ohraničenie) a pri opätovnej **PLAY** žiadosti bude NPT obsahovať len neprehranú periódu [10].

3.2.6 Protokol IRC

Internet Relay Chat bol jeden z prvých možností na textovú interaktívnu komunikáciu v reálnom čase. Je určený hlavne na komunikáciu skupín (viacerí -viacerým) v diskusných fórach zvaných *channels* (kanály), ale tiež umožňuje komunikáciu jedného s jedným.

IRC vytvoril Jarkko Oikarinen v roku 1988 a bol dokonca použitý na posielanie sprav počas vojnových udalostí (Kuvajt, rozpad Sovietskeho zväzu) [11].

IRC je otvorený protokol, ktorý štandardne používa na prenos TCP protokol. Typická schéma siete IRC je strom, predstavujúci acyklický graf. IRC server sa môže pripojiť na iné IRC servery a tak môže rozšíriť IRC sieť. Užívatelia prístupujú na IRC pripojením klienta na server.



Obrázok 8: Schéma IRC

Existuje mnoho implementácií pre klienta i server. Väčšina IRC serverov nevyžaduje registráciu, ale užívateľ si musí nastaviť svoju prezývku (nickname). Klient číta príkazy a texty, ktoré potom spracuje. Ďalej filtruje a prevádza dané akcie a ak je potrebné posiela ich na IRC server. Server uchováva informácie o kanáloch a ľuďoch, ktorí sú na ňom pripojení, spolu s ďalšími informáciami a samozrejme posiela správy ostatným užívateľom. Všetky servery sú prepojené a posielajú si správy od užívateľa k užívateľovi prostredníctvom IRC siete. Jeden server môže byť pripojený k niekoľkým ostatným serverom a k stovkám klientov. IRC pritom používa iba čisto textový protokol, podporuje aj kódovanie UTF-8 pre podporu diakritiky väčšiny štátov. IRC protokol bol rozšírený spoločnosťou Microsoft v roku 1998 jeho IRCX protokolom, ktorý v podobe modifikácií používa spoločnosť dodnes v podobe MSN Chat [11].

IRC prešlo búrlivým vývojom a neexistuje jednotná špecifikácia. Kým sú si protokoly klient - server aspoň funkčne podobné, protokoly server - server sa značne odlišujú a spôsobujú, že je veľmi komplikované prepojiť dve osobitné implementácie IRC servera. V prvých formách IRC nemalo toľko vlastností, aké má dnes, napr. mená kanálov a operátori na kanáloch. Kanály boli očíslované - kanál 1, kanál 2,... a téma kanála popisovala druh konverzácie, ktorá sa práve konala na kanály.

Na kanáli sa môžu užívatelia pripojiť a posilať správy, ktoré sú prenášané k ostatným užívateľom na tom istom kanáli. Kanály, ktoré sú dostupné po celej sieti IRC, majú prefix „#“, zatiaľ čo tie, čo sú na lokálnom serveri, môžu použiť „&“.

Užívatelia i kanály môžu mať módy, ktoré predstavujú ich atribúty. Módy sú reprezentované jednopísmenovou skratkou, takže sa dajú jednoducho za sebou zreťaziť. Príkladom je užívateľský mód „i“ znamená neviditeľný.

3.2.7 Protokol HTTP

Protokol HTTP slúži na vyhľadávanie informácií na internete. Dnes je to najpoužívanejší protokol v sieti internet [2].

HTTP je protokol definujúci *požiadavky a odpovede* medzi *klientmi* a *servermi*. HTTP klient (označovaný ako user agent – webový prehliadač) nadviaže TCP spojenie na určenom porte vzdialeného stroja (štandardne port 80). HTTP server počúvajúci na danom porte čaká, kým klient pošle reťazec s požiadavkou ako "GET / HTTP/1.1" (ktorý žiada o zaslanie štartovacej stránky web servera). Server pošle v reťazec 200 OK (prípadne 403 alebo 404 ako chybné hlásenie) a následne požadovanú správu.

Užívateľ zadáva požadovanú adresu ako identifikátor objektu URL, z ktorého si cez DNS server zistí konkrétnu IP adresu. Pomocou tejto IP adresy nájde požadovaný server a nadviaže spojenie – pošle mu HTTP požiadavku. Protokol verzie 1.1 štandardne predpokladá, že počas vytvoreného spojenia prebehne viacero žiadostí a odpovedí. (na rozdiel od predchádzajúcich verzií kde sa pre každú požiadavku nadväzovalo nové TCP spojenie) Preto pre ukončenie spojenia je treba vložiť hlavičku *connection :close*.

HTTP sa líši od iných na TCP založených protokolov v tom, že spojenia sa zvyčajne ukončia potom, ako sa dokončí vykonávanie požiadavky alebo série požiadaviek. V niektorých prípadoch je však tento princíp problémovým, hlavne keď je potrebné si „zapamätať“ predchádzajúcu návštevu servera. Toto obmedzenie sa rieši pomocou Cookies. Server vo svojej odpovedi predá klientovi stavovú informáciu, ktorú môže klient v ďalšej požiadavke použiť.

HTTPS je zabezpečená verzia HTTP, slúži pre poskytovanie overenia a šifrovanie komunikácie. Namiesto používania jednoduchej textovej komunikácie, HTTPS šifruje prenos dát použitím SSL (Secure Socket Layer) protokolu alebo TLS (Transport Layer Security) protokolu a tým zaisťuje primeranú ochranu pred odpočúvaním komunikácie a pred útokom.

3.2.8 Protokol SMTP

Je využívaný poštovými klientmi, určený pre prenos správ elektronickej pošty (e-mail). Podobne ako HTTP majú príkazy textovú podobu.

Protokol zaisťuje doručenie pošty pomocou priameho spojenia medzi odosielateľom a prijímateľom do poštovej schránky adresáta, ktorá je umiestnená na serveri, kde môže užívateľ prístupovať (čítať správy) pomocou protokolov POP3 alebo IMAP.

SMTP využíva pre prenos protokol TCP. Na SMTP serveri má užívateľ svoju schránku. Okrem toho si môže zriadiť aj privátnu poštovú schránku, ktorú neobsluhuje SMTP server a je uložená v domovskom adresári užívateľa. Cieľom je, aby užívateľ svoju poštu nearchivoval na serveri (bezpečnosť), ale aby sa automaticky správy preposielali do privátnej schránky.

3.2.9 Protokol POP3

Je to protokol, ktorý sa používa pre sťahovanie emailových správ zo vzdialeného serveru (server musí podporovať protokol) ku klientovi. Je to aplikačný protokol pracujúci cez TCP. Ide o veľmi jednoduchý protokol, pomocou ktorého pracuje užívateľ off-line. POP3 protokol nie je určený na rozsiahlu manipuláciu s poštou na serveri, bežne sa používa iba na načítanie pošty a jej následné vymazanie.

Z poštového servera si stiahne svoju poštu a ukončí sa TCP spojenie. Až po stiahnutí užívateľ pracuje s jednotlivými správami. Pokiaľ chce užívateľ poštu odoslať, použije SMTP.

Základná autentifikácia je meno a heslo používateľa. Na zadané príkazy server odpovedá so začínajúcim znamienkom + alebo – v prípade chyby (+OK, –ERR). Po nadviazaní TCP spojenia (otvorenie relácie) a odoslania pozdravu POP3 serverom sa relácia dostáva do stavu AUTHORIZATION. Tu sa musí klient identifikovať. Po úspešnej autentifikácii server zabezpečí prístup k odkazovej schránke (INBOX klienta) a relácia sa dostane do stavu TRANSACTION. V tomto stave klient môže požadovať akcie zo strany POP3 servera. Keď klient zadá príkaz QUIT, relácia sa dostane do stavu UPDATE a POP3 server uvoľní prostriedky, ktorými zabezpečoval prístup k odkazovej schránke klienta a ukončí reláciu. TCP

spojenie sa následne uzavrie. Pôvodná schránka zostane a môžu do nej pomocou SMTP prichádzať ďalšie správy. S kópiou pracuje POP3. Režim UPDATE opäť spojí obe schránky do jednej [2] [4].

Pred každým opätovným pripojením na POP3 server sa najprv overuje či neexistuje kópia správy a pokiaľ áno, tak pripojenie zamietne pretože nie je potrebné sa opäť pripájať, server neobsahuje novú správu, ktorá by nebola aj v lokálnej schránke. Nevýhodou POP3 je nemožnosť filtrovania správ. Prijatie všetkých nových správ môže často viesť aj ku stiahnutiu nevyžiadanej pošty - spamu.

3.2.10 Protokol IMAP4

Na rozdiel od POP3 zložitejší protokol, dovoľujúci pracovať aj v režimu on-line. Vďaka tomu umožňuje pracovať so schránkou priamo z terminálu na serveri. Všetky správy a zložky sú uložené na poštovom serveri a na počítač sa sťahujú len potrebné informácie, takže správa sa stiahne len vtedy pokiaľ ju chce užívateľ naozaj prečítať. Na serveri sa správa vymaže nie automaticky ako pri POP3, ale ostáva uložená dovtedy, dokým ju sám užívateľ nevymaže. Zároveň server slúži ako záloha správ. Ak počas pripojenia dôjde k zmene (napr. SMTP server zašle do schránky novú správu) je táto zmena signalizovaná a klient tak okamžite vidí novú neprečítanú správu.

Oproti POP3 je tu iná filozofia použitia príkazov. Príkazy na server môžu prichádzať v ľubovoľnom poradí, preto klient príkazy akoby čísluje [2]. Každá konečná odpoveď indikuje úspech alebo zlyhanie operácie.

Server odosiela 3 možné typy konečných odpovedí [2] [4]:

- OK – indikuje úspech
- NO – indikuje zlyhanie
- BAD – indikuje chybu v protokole ako napr. neznámy príkaz, zlý počet parametrov, ...

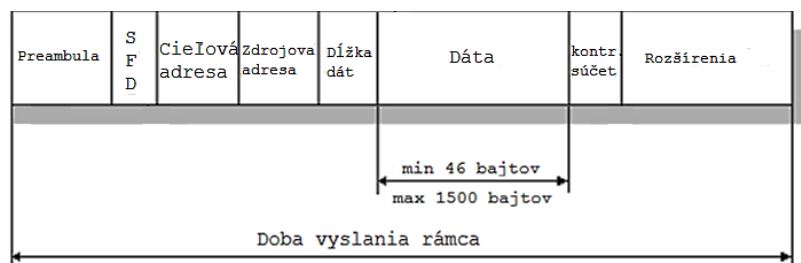
Využitie POP3 alebo IMAP4 závisí od konkrétnej situácie. Pre veľkých poskytovateľov s mnohými užívateľmi je výhoda použitia POP3, kde správa nezastáva na serveri a nie je potrebné zabezpečiť tak veľké množstvo diskového priestoru. Naopak IMAP4 poskytuje pohodlnú zálohu poštových schránok. Je preto nutné, aby pri použití POP3 bolo zabezpečené zálohovanie na iný server alebo iné dátové médium.

3.3 Internetový Protokol

Internetový protokol vykonáva základnú úlohu prenosu paketov dát zo zdroja ku cieľu. IP môže prenášať dáta pre viacero rôznych protokolov vyššej úrovne.

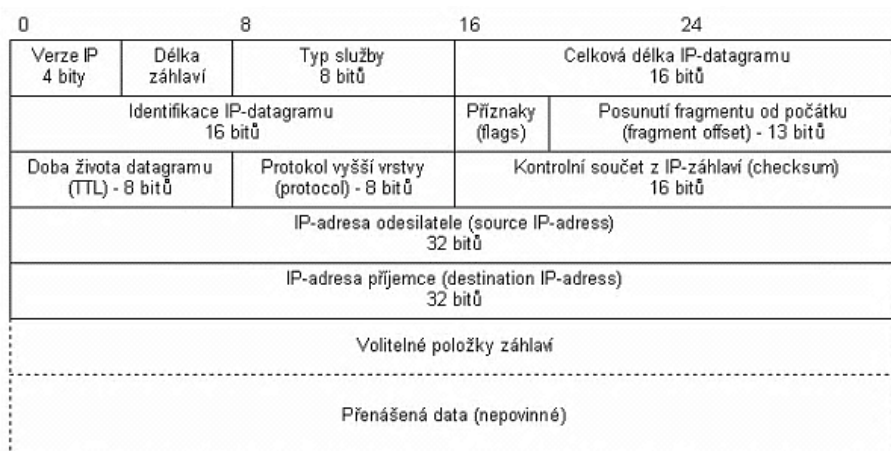
IP je dátovo orientovaný komunikačný protokol používaný zdrojovým a cieľovým terminálom na výmenu dát sieťou s prepínaním paketov. Umožňuje spojiť jednotlivé lokálne siete do celosvetovej siete Internet, ktorej dal práve tento protokol názov - InterNET protokol, čiže protokol spájajúci jednotlivé siete. Nosnou funkciou IP je smerovanie paketov s údajmi protokolov vyššej vrstvy (TCP, UDP) od zdrojového k cieľovému uzlu na zložitejšej sieti, ktorá sa skladá z viac vzájomne prepojených počítačových sietí. Zároveň prijíma informácie o typu služby využívanej pri prenose, životnosť datagramu v sieti a identifikáciu protokolu vyššej vrstvy u cieľového uzlu.

IP protokol je základným prenosovým prostriedkom, pretože pakety aplikačných protokolov zabalené v dátovej časti IP datagramu sa prenášajú v rámci celej IP inter-siete. Dáta v IP sieti sa posielajú v blokoch nazývaných pakety alebo datagramy (v rámci IP sú termíny prakticky zameniteľné). IP vykonáva aj *fragmentáciu datagramov* v prípade, že ich pôvodná veľkosť presahuje maximálnu dĺžku rámca, ktorý môže prijať cieľový uzol. Tú stanoví príslušná prenosová technológia (napr. Ethernet špecifikuje dĺžku rámca na 1 500 bajtov). IP protokol prípadne vykoná aj opätovné zloženie datagramu, to je *defragmentáciu* prijatých údajov [1][2].



Obrázok 9: Ethernetový rámec

Každý paket obsahuje IP adresu odosielateľa a prijímateľa, slúžiacu na správne doručenie paketu v sieti. Internet protokol poskytuje *nespolahlivú* datagramovú službu (nazýva sa tiež *best effort*), neposkytuje ohľadne doručenia paketu takmer žiadne záruky. Paket môže prísť poškodený, môže prísť mimo poradia v akom boli pakety pôvodne odoslané, môže prísť duplikované alebo ho sieť môže úplne zahodiť. Spôľahlivosť aplikácie je tak potrebné zabezpečiť inými prostriedkami.



Obrázok 10: IP paket (datagram)

IP je bežným prvkom dnešného internetu. Súčasný najpoužívanější protokol sieťovej vrstvy je IPv4, postupne sa prechádza na IPv6. Dôvodom zavedenia je nedostatok adres v 32-bitovom adresnom priestore IPv4. IPv6 má 128-bitov pre zdrojovú a cieľovú adresu, poskytuje efektívnejšie rozhranie pre multicast a QoS.

4. Analýza interaktívnych služieb

Interaktivitu ľudia vnímali dávno pred komunikačnými sieťami, bola neoddeliteľnou súčasťou hlavne umenia. Prezentovala komunikáciu dvoch ľudí (užívateľ a umelec - autor), kde umelecké dielo predstavovalo istý druh „prenosového“ média. Snaha urobiť z interakcie jeden z prostriedkov umenia je viditeľná hlavne v 60. rokoch 20. storočia. Generácia autorov tohto obdobia sa snaží z publika vytvoriť aktívnu súčasť deja, nastáva symbolická výmena rolí a publikum sa stáva hlavnou postavou, ktorá rozhoduje akým smerom sa bude predstavenie vyvíjať. Namiesto uzavretého diela dostáva publikum možnosť určovať svoje umelecké zážitky vo významnej miere po svojom [12].

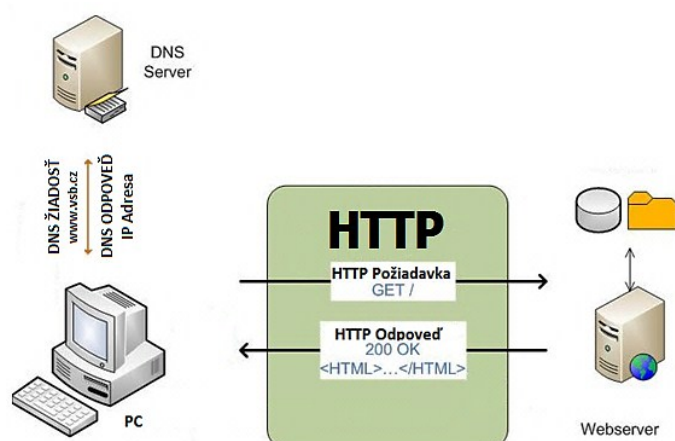
Nástupom informačných technológií sa pojem interaktivita udomácnil aj v tomto novovznikajúcom odvetví. Do začiatku šesťdesiatych rokov boli počítače prístrojmi na počítanie, ktoré spracúvali dierne štítky. Odvtedy ale prešli obrovským vývojom a začali komunikovať pomocou grafiky a reči symbolov. Interaktivita umožnila okamžite reagovať na prijímané podnety, a tým modifikovať odpoveď na nami požadovanú formu, líšiacu sa podľa použitého spôsobu komunikácie, pričom najčastejšie je to kombinácia zvuku a obrazu [13].

4.1 Interaktívne služby prebiehajúce v reálnom čase

4.1.1 Webová služba

Predstavuje pravdepodobne najznámejšiu službu reálneho času. Internet slúži ako prenosové médium pre elektronickú poštu, chat, internetovú telefóniu ako aj pre web stránky a dokumenty. Populárna skratka www predstavuje elektronický priestor, systém spájajúci webové stránky. Jedná sa o celosvetový systém vzájomne prepojených počítačových sietí, prenášajúce dáta pomocou prepínania paketov za použitia IP protokolu a mnoho ďalších. Na rozdiel od klasickej telefónnej siete, nie je medzi klientom a serverom vopred vytvorené spojenie, ale pakety sa za použitia smerovacích algoritmov presúvajú z jedného uzla k druhému až kým nedorazia k cieľu. Aby sa zabránilo zahľteniu siete paketmi, ktoré neúspešne hľadajú svoj cieľ v sieti (keďže nedochádza k vytvoreniu spojenia pred odosielaním) každý paket má svoju životnosť – číslo, ktoré sa prechodom uzlu znižuje až nadobudne stav, keď ho smerovač zahodí. Každá stránka má priradený svoj jedinečný názov URL.

Po zadaní požadovanej adresy do prehliadača a jej preklade na IP adresu, prehliadač vyšle HTTP požiadavku na webový server s danou IP adresou. Ten následne pošle text stránky a tá je okamžite spracovaná prehliadačom, ktorý následne vyšle ďalšie požiadavky na obrázky, poprípade na iné súbory pre korektné zobrazenie stránky.



Obrázok 11: Webová služba

Dôležitý faktor pre užívateľa predstavuje rýchlosť zobrazovania stránok. Tá je priamo úmerná rýchlosti pripojenia a odozvy servera na vyslanú HTTP požiadavku. Pokiaľ do určitej doby nie je server schopný odpovedať zobrazí sa chyba o nenájdení stránky. Štandardne by hodnota odozvy na serveri nemala prekročiť hodnotu 2 sekundy, maximálna prípustná hodnota je na úrovni 4 s [5] [18]. Služba vyžaduje nulovú stratu dát, preto používa transportný protokol TCP.

4.1.2 IP telefónia

Služba umožňuje rýchlo a pohodlne komunikovať bez ohľadu na vzdialenosť. Medzi najväčšie výhody patria lacné medzištátne hovory, pretože nie je potrebné platiť prepojovacie poplatky – roaming. S rýchlim pripojením na internet (od 512 kbit/s) dnes dokáže plne nahradiť klasickú telefónnu službu

Ľudská reč je prenášaná v podobe paketov pomocou protokolu IP. Na poskytovanie konverzačnej služby je potrebná signalizácia. H.323 alebo SIP slúžia na zostavenie spojenia, overenia identity, prípadne na spoplatnenie spojenia. Protokoly slúžia na kódovanie hlasu, umiestnenie do paketov a prenos v danej sieti v zodpovedajúcej kvalite.

Spočiatku bol populárnejší H.323 vychádzajúci z telekomunikačného prostredia, dnes sa presadzuje oveľa jednoduchší SIP. Signalizačné protokoly sú navzájom nekompatibilné, preto je v prípade použitia oboch nevyhnutné zabezpečiť konverziu na signalizáciu použitú na druhom konci spojenia.

Nevýhodou VoIP predstavuje internetové pripojenie. Kvalita služby je priamo úmerná kvalite pripojenia. Pre prenos sa používa UDP. UDP datagram okrem iných údajov prenáša kúsok hlasového hovoru pomocou RTP, v ktorom je zakódovaný istý časový úsek.

4.1.2.1 Faktory ovplyvňujúce kvalitu služby

Oneskorenie ovplyvňuje hlavne aplikácie bežiacie v reálnom čase ako je hlas a video. Nemá vplyv na kvalitu zvuku či videa, ale na pocit konverzácie. Pozostáva z celkového súčtu jednotlivých oneskorení vznikajúcich počas tvorby a procesu prenosu dát. Súčet všetkých oneskorení v jednom smere sa nazýva jednosmerné oneskorenie. Jeho hodnotu ovplyvňuje mnoho faktorov.

Tu je niekoľko z nich:

Oneskorenie v kóderi – Na spracovanie hovorového signálu sa zúčastňujú kompresné a kódovacie algoritmy. Kompresia redukuje požiadavky na prenosové pásmo pri zachovaní dobrej zrozumiteľnosti. Kódovanie spracováva hlasový signál do kódových vzoriek.

Kódek	Oneskorenie v kóderi
G.711	0,125 ms
G.729	15 ms
G.723.1	37,5 ms

Tab. 3: Vybrané hlasové kodeky a ich oneskorenie [21]

Oneskorenie spôsobené tvorbou paketu - zahrňuje oneskorenie spôsobené formátovaním bitov do paketov, pridávaním hlavičiek. Najväčší podiel na výslednej hodnote oneskorenia paketizácie spôsobuje čakanie na úplné naplnenie paketu dátami. Vo všeobecnosti by paketové oneskorenie nemalo byť väčšie ako 30 ms [1] [14] [17].

$$T_p = \frac{N}{v_k} \quad (1)$$

Kódek	Prenosová rýchlosť	Prenášaný obsah	Paketové oneskorenie
G.711	64 kbit/s	160 B	20 ms
G.729	8 kbit/s	20 B	20 ms
G.723.1	5,3 kbit/s	20 B	30 ms

Tab. 4: Vybrané hlasové kodeky a ich paketové oneskorenie [14] [21]

Vysielacie (rámcové) oneskorenie – čas potrebný na vyslanie paketu. VoIP štandardne využíva 20 ms vzorky hlasových dát, úplný rámec predstavuje veľkosť 1648 bitov pri PCM. Pri prenosovej rýchlosti 1 Mbit/s je doba vyslania 1, 61 ms.

$$T_r = \frac{R}{v_p} \quad (2)$$

Každý ďalší prechod smerovačom, túto hodnotu zvýši. Pri prechode desiatimi smerovačmi sa 10 - násobne zvýši [14] [17].

Špeciálnu rolu majú prístupové smerovače majúce za úlohu pripojiť koncové zariadenie a tým vytvárajú LAN siete. Kým bežný smerovač by mal „zdržať“ rámec do 3 ms, tak u prístupového smerovača sa priemerná doba spracovania rámca pohybuje na úrovni 10 ms [21].

Oneskorenie vplyvom šírenia – predstavuje čas potrebný na prenos dát (signálu) zo zdroja na miesto určenia [21].

$$T_d = \frac{l}{v_m} \quad (3)$$

Rýchlosť šírenia v prenosovom médiu je získaná násobením rýchlosti šírenia svetla vo vákuu s malým činiteľom špecifickým pre dané médium. Rýchlosť v elektrických a optických vodičoch je zhruba 2/3 rýchlosti svetla, čo predstavuje asi 200 000 km/s [1][5][16]. Len samotná trasa tak pri prenose medzi kontinentmi môže spôsobiť oneskorenie 100 ms. Pri prepočte na jeden kilometer trasy sa signál oneskorí o približne 0,005 ms [22].

Variabilné oneskorenia (jitter) - kolísanie oneskorenia alebo tzv. „jitter“ výrazne ovplyvňuje služby reálneho času. Jitter predstavuje vyjadrenie zmien oneskorenia prenosu jednotlivých paketov. Jitter sa odstraňuje zásobníkom v prijímacom zariadení. Ak jitter bude prekračovať veľkosť zásobníka, zásobník bude pretekať čo spôsobí stratu dát. Preto aplikácia, prenášajúca hlas, musí zvoliť veľkosť zásobníka s takou rezervou, aby postačoval na zoradenie dát do správnej postupnosti a aby pravdepodobnosť, že paket príde po tomto čase bola minimálna. Pritom je potrebné brať do úvahy, že veľkosť zásobníka výrazne ovplyvňuje celkové oneskorenie [17].

Každé koncové zariadenie, ktoré vyhodnocuje hlasový alebo video signál, musí obsahovať vyrovnávací zásobník pre jitter, ide hlavne o služby využívajúce transportný protokol UDP [14].

Použitím protokolu UDP dochádza k stratám paketov. Hlasové pakety môžu byť zahodené ak:

- Kvalita siete nie je dostatočná (nestabilné sieťové komponenty, nedostatočná šírka pásma)
- Sieť je preťažená
- Privysoká hodnota variabilného oneskorenia – jitter

Pretože preťaženie siete býva väčšinou sporadické a náhodné, najčastejší vplyv na stratu má jitter. Naplnením zásobníka sa každý ďalší prijatý paket je automaticky zahodený.

Ľudské ucho je tolerantné k malej percentuálnej strate hlasových vzoriek, pretože ich vôbec nezaregistruje. Podobne to platí aj pre prenášanie videa, nedokonalosťou ľudského oka je možné tolerovať isté straty. Pre hlas by percentuálna hodnota nemala prekročiť 3 % z celkovej prevádzky služby a pre video 1 % [18].

Špeciálna požiadavka je pre synchronizáciu hlasu a videa. Vzájomný posun je akceptovaný maximálne do 80 ms [18].

4.1.3 Textová komunikácia

Služba poskytuje interaktívnu komunikáciu uskutočňujúcu sa v reálnom čase formou písaného textu (používa sa aj výraz chat/chatovanie s niekým). V technologickom zmysle je to posielanie znakov (dátová služba), z ktorých sa poskladá konkrétna textová správa.

Pre chat bol vyvinutý IRC protokol. K pripojeniu na IRC je potrebné mať nainštalovaný IRC klient. Medzi najznámejšie patrí mIRC. Pomocou neho sa užívateľ (klient) pripojí na server. IRC je otvorený protokol, využívajúci TCP. Táto internetová služba sa označuje anglickou skratkou IM – Instant messaging.

Postupne vznikali ďalšie IM služby, na Slovensku a v Českej republike populárne ICQ umožňuje rozšírené služby ako prenos súborov, prípadne nastaviť správu „away“ znamenajúcu, že užívateľ sa nenachádza pri počítači. Na rozdiel od IRC však používa vlastný uzatvorený protokol vzájomne nekompatibilný s inými.

Textová komunikácia sa vyznačuje nízkymi nárokmi na prenosovú kapacitu a oneskorenie, ktoré sa môže pohybovať v niekoľkých sekundách. Je to služba užívateľsky veľmi jednoduchá, často implementovaná aj v ďalších internetových službách. Typickým príkladom je sociálna sieť Facebook, ktorá umožňuje rýchlu textovú komunikáciu medzi pripojenými užívateľmi.

4.1.4 Streaming

Streamovanie alebo *kontinuálny prenos informácií* (audio, audiovizuálny) medzi zdrojom a koncovým užívateľom (prípadne viacerými užívateľmi). Obsah je pritom prehrávaný bez predchádzajúceho uloženia.

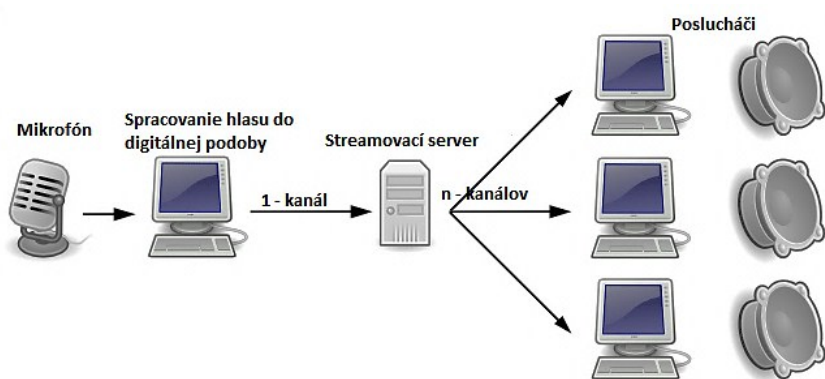
Najčastejšie túto službu využívajú rádia alebo televízie. Streaming sa využíva aj pri VoD – jeden z najznámejších stream serverov a poskytovateľov tejto služby patrí server *YouTube*.

Transportnú zložku zaobstaráva UDP v ktorom sú uložené dáta pomocou RTP, ktorý definuje paketový formát pre doručovanie audio video dát. Poskytuje prostriedok na monitorovanie a detekovanie paketov mimo poradia a kompenzovanie jitter oneskorenia. RTCP protokol vzájomne spolupracuje s RTP a slúži na monitorovanie QoS a synchronizáciu viacerých streamov. Pokiaľ sa tieto protokoly starajú o prenos tak protokol RTSP, vhodný na obsluhu veľkého počtu užívateľov, poskytuje služby priamo ovplyvňujúce prehrávanie príkazmi ako PLAY, STOP, PAUSE.

Typy streamingového vysielania [6]:

Živé vysielanie - Live Broadcasting

Živé vysielanie znamená nahrávanie udalosti počas jej diania a jej posielanie priamo na server. Server potom ďalej vysiela tok dát priamo publiku. Toto sa deje simultánne, čo znamená, že sa daný záznam neukladá. Príkladom tohto spôsobu streamingu je televízia, presnejšie IPTV (Internet protocol TV). Táto možnosť je však veľmi náročná na rýchlosť pripojenia a je aj hardwarovo náročná. Keďže sa v tom istom momente pripája veľké množstvo používateľov, je nutné doceliť kvalitu a stabilitu spojenia. Preto sa zväčša používa viacero serverov, pomocou ktorých sa streamuje. Okrem toho treba používať aj záložné servery pre prípad poruchy.



Obrázok 12: Streaming rozhlasového vysielania

Postupné sťahovanie

Postupné sťahovanie alebo progressive download znamená, že video začne prehrávať ešte počas sťahovania. Stiahnuté časti sa ukladajú do zásobníka (buffer), z ktorého sa súčasne prehráva už stiahnutá časť súboru. Tento prístup nepatrí medzi „pravý streaming“, pretože súbor sa ukladá a používateľ má limitované možnosti riadenia toku dát.

Streaming pre svoj jednosmerný charakter nepotrebuje dosahovať nízke hodnoty oneskorenia. Zahájenie prehrávania streamovaného obsahu by malo nastať do 10 sekúnd [18]. Nadobudnuté oneskorenie užívateľ môže postrehnúť iba pri porovnaní streamovaného vysielať s rozhlasovým alebo televíznym terestriálnym vysielaťm.

Podstatným parametrom pre túto službu je prenosová kapacita. Pri pripojení 3 500 divákov a kvalite videa 400 kbit/s je potrebné zabezpečiť na strane poskytovateľa služby konektivitu okolo 1,5 Gbit/s.

Pre stratu paketov platia hodnoty ako pre VoIP. Pri audio stream vysielať do 3 % a pri videu do 1 % z celkového preneseného objemu dát [18].

4.1.5 Video na požiadanie

Umožňuje používateľovi si zvoliť a následne prehrať ľubovoľný videosúbor z danej databázi poskytovateľa. Popularita služby rástla spolu s rozširovaním vysokorýchlostného internetu, pretože je to služba náročná na kvalitu a rýchlosť prenosu.

Prenosová rýchlosť pre prenos audio a video je minimálne 2 Mbit/s. Kódovanie obrazu najčastejšie prebieha pomocou kódok MPEG-2 a MPEG-4 [8].

Na prenos dát zo servera ku vzdialenému používateľovi je potrebný prenos v reálnom čase. RTP a RTCP patria medzi štandardné protokoly na prenos pre streaming. O transport sa stará UDP protokol. Dátové pakety RTP pozostávajú z hlavičky, za ktorou nasleduje telo paketu, ktoré pozostáva z dátovej časti videa, alebo v prípade audia - postupnosť audio vzoriek. RTCP je kontrolná časť RTP, starajúca sa o spätnú väzbu jednotlivých účastníkov. RTP pakety obsahujú aj časovú pečiatku, reálny čas a RTP čas. RTP aplikácie využívajú túto informáciu na synchronizáciu videa a audia. S týmito protokolmi spolupracuje aj protokol RTSP.

RTSP je klient - server multimediálny kontrolný protokol, ktorý obsluhuje efektívne doručenie streamovaných dát cez IP sieť. Je vhodný pre obsluhu veľkého počtu užívateľov naraz, ale aj pre VoD. Tento protokol inicializuje a riadi prenos streamovaných dát, umožňuje použiť príkazy ako prehrať a pauza alebo meniť pozíciu v prehrávanom multimediálnom diele. Kvalitatívne požiadavky sú totožné so službou kontinuálneho prenosu.

Videoserver je jadrom služby VoD, poskytujúce video a iné programy na žiadosť používateľa a zabezpečuje tieto činnosti:

- uchovanie všetkých programov, ktoré používatelia môžu používať
- poskytovanie nezávislého prístupu k vyžadovaným programom na objednávku
- poskytovanie možnosti ovládania podobného ako u videoprehrávača
- zabezpečie správneho zaúčtovania

Videoarchív zaznamenáva programy, ktoré videosever nemôže uložiť v dôsledku obmedzenej pamäťovej kapacity. Videoprogramy sú zaznamenané v komprimovanej forme a premiestňovanie podľa potreby do videosevera.

Operačné centrum služby umožňuje poskytovateľovi služby VoD realizovať manažment programových materiálov alebo realizovať podpornú službu napr. účtovanie poplatkov. Pre malé siete môže byť operačné centrum integrované do videosevera.

Účastnícky terminál je riešený tak, aby umožňoval pripojenie video a audiosignálu a riadenie činnosti. V niektorých prípadoch možno vo funkcii terminálu použiť aj PC.

VoD sa z hľadiska prenosu dát delí do viacerých kategórií [6]:

True Video on Demand: Používateľ si zvolí súbor a komunikácia prebieha medzi VoD serverom a zákazníkovým zariadením set-top-box. Video sa prehráva priamo zo servera, ide teda o istý druh streamingu. Štandardne TVoD poskytuje služby ako prehrať/zastaviť, pozastaviť.

Near Video on Demand: Súbor je rovnako ako pri TVoD streamovaný zo servera, ale prenos prebieha na viacerých kanáloch súčasne s určitými časovými odstupmi. Namiesto funkcie rýchleho prehrávania si užívatelia môžu preskakovať prehrávané pasáže pomocou prepínania kanálov. Toto riešenie je však náročné na prenosovú kapacitu siete, preto si ho môžu dovoliť len poskytovatelia s ich veľkou kapacitou. Kvôli použitiu viacerých kanálov sa súbor môže prenášať viacerým užívateľom naraz.

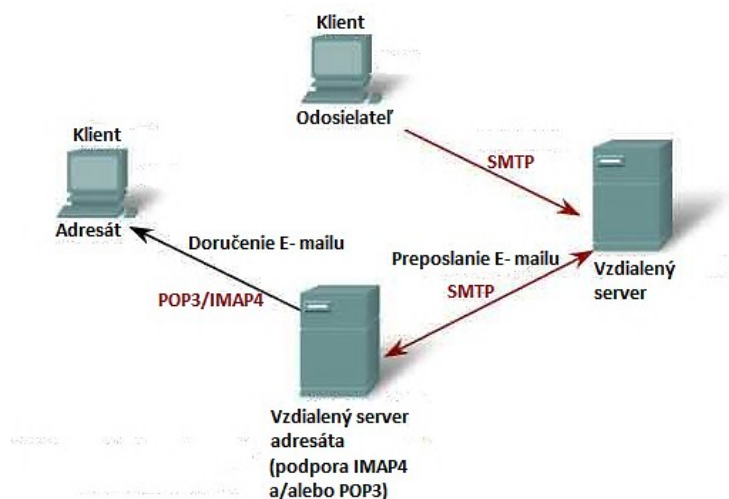
Push Video on Demand: Na rozdiel od predchádzajúcich služieb nie je možné sledovať požadovaný videosúbor okamžite. Prenos sa uskutoční v čase nízkeho zaťaženia siete (napríklad cez noc) a uloží sa na set-top-box disk, odkiaľ si ho užívateľ prehrá. Poskytovatelia tak nemusia zabezpečovať pre svoju službu veľkú konektivitu.

4.2 Interaktívne služby neprebiehajúce v reálnom čase

4.2.1 Služba elektronickej pošty

Elektronická pošta známa pod skratkou E-mail, umožňuje komunikáciu medzi užívateľmi v textovej podobe. Komunikácia medzi užívateľmi neprebieha v reálnom čase, pri komunikácii sa využíva medzičlánok - poštový server. Užívateľ pošle správu, tá sa následne uloží na server s poštovou schránkou príjemcu a ten si ju zo servera vyzdvihne.

Správa sa posiela na server pomocou SMTP protokolu. Vyzdvihnutie správy môže prebiehať buď pomocou POP3 protokolu, kde sa nové správy automaticky stiahnu do PC, alebo IMAP4, kde si užívateľ vyberie ktoré správy si chce prečítať (eliminuje tak spam správy, ktoré sa zbytočne nesťahujú do PC) [2].



Obrázok 13: Odosielanie E - mailu

Pretože služba elektronickej pošty nebeží v reálnom čase, požiadavy na oneskorenie sú minimálne. Koncový terminál s poštovým serverom by mal nadviazať spojenie do 2 s, akceptovaná hodnota sú 4 sekundy [18]. Prenos medzi jednotlivými lokálnymi poštovými servermi nie je z hľadiska oneskorenia presne definovaný, za chybu sa nepovažuje ani niekoľko minútové oneskorenie. Služba tak ako ostatné dátové služby vyžaduje nulovú stratu dát. Na prenos sa preto využíva TCP protokol.

Ďalšou možnosťou je použitie WEBMAIL (web based e-mail) umožňujúci prístup k poštovej schránke pomocou internetového prehliadača cez HTTP protokol. Medzi najznámejších poskytovateľov tejto služby sú GMAIL od Google a YAHOO, v Českej republike napr. Seznam.cz.

4.3 Interaktívnosť služieb

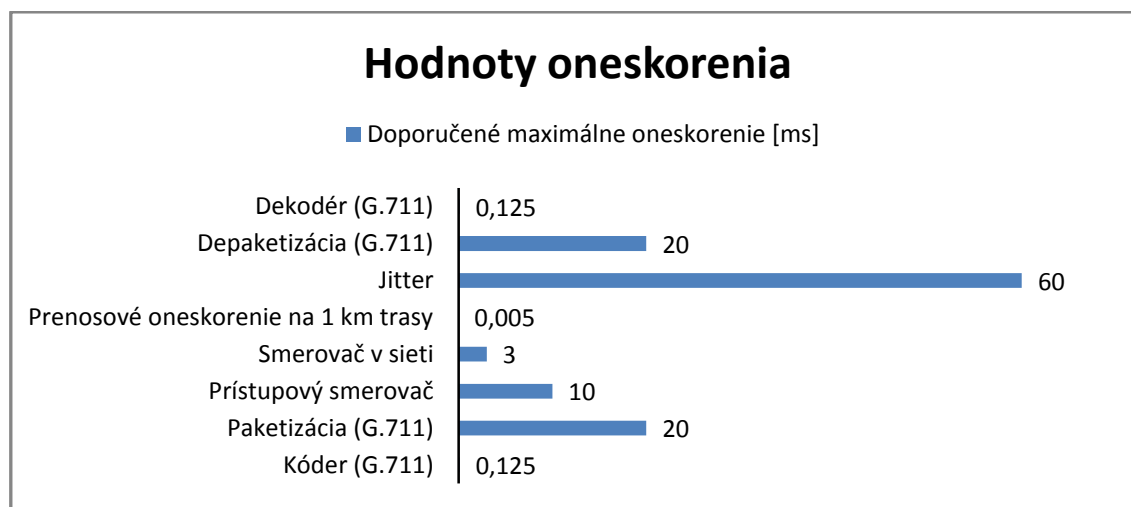
S predchádzajúcich podkapitol vyplýva, že doba potrebná pre prijatie odpovede z druhej strany sa značne líši pre jednotlivé služby. To má za následok rozdielny pocit interaktivity pre užívateľov týchto služieb. Aby bolo možné porovnať služby medzi sebou a analyzovať ich mieru interaktivity závislú hlavne od oneskorenia, využil som teoretickú zjednodušenú simuláciu priebehu služieb.

Simulovaná trasa:

- Vzdialenosť medzi koncovými terminálmi: 100 km
- Počet smerovačov na trase: 5
- Počet prístupových smerovačov na trase: 2
- Prenosová upload rýchlosť na užívateľskej linke: 1 Mbit/s
- Použitie 100 Mbit/s Ethernet na užívateľskej strane

Vzhľadom na to, že poznáme doporučené maximálne oneskorenia na smerovačoch a vplyv vzdialenosti na šírenie signálu, prenosová rýchlosť medzi prístupovými smerovačmi je zanedbaná. Rámec pre hlasovú službu je štandardne veľký 1648 bitov pri PCM. Dátové služby využívajú premenlivú dĺžku rámca, preto som pre toto zjednodušené meranie použil veľkosť rámca pre všetky služby rovnaké.

Pre všetky prvky podieľajúce sa na zabezpečení služby som použil maximálne odporúčané hodnoty oneskorenia, ktoré boli popísané v predchádzajúcich podkapitolách.



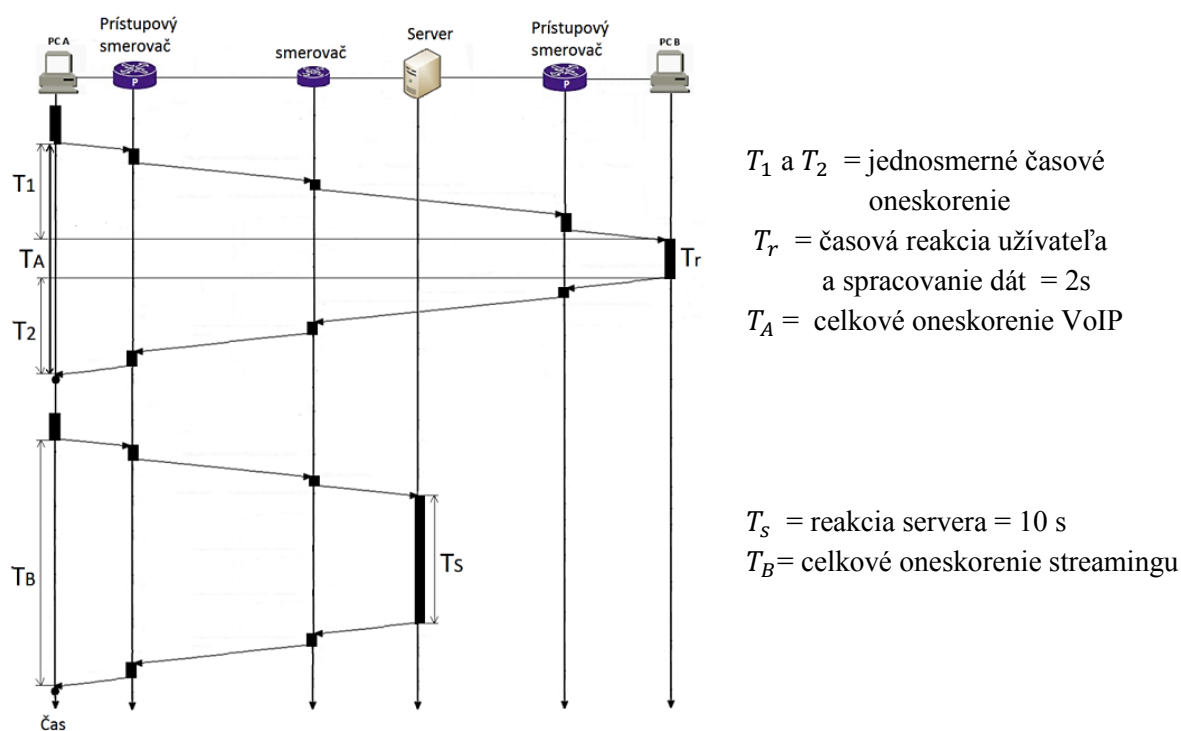
Obrázok 14: Doporučené oneskorenia prispracovaní a preprave dát v sieti

Pri dátových službách nie je potrebné čakať na naplnenie paketu predspracovanou vzorkou. Vytvorenie jedného rámca o veľkosti 1648 bitov s použitím 100 Mbit/s Ethernet predstavuje: $1648 / 102400 = 0,016$ ms [22].

Rovnako tak pri dátových službách nie je potrebné rátať s vyrovnávacou pamäťou pre jitter. TCP sa stará o správne poradie doručených dát a garantuje nulovú stratu, nie je potrebné aby každý paket čakal určitú dobu v zásobníku [24].

V tejto jednoduchšej simulácii nie je možné zohľadniť časovú náročnosť transportných protokolov TCP a UDP. Pri ideálnom prípade je strata dát nulová, preto pre TCP nedochádza k navyšovaniu časovej réžie pre opätovné vysielanie nedoručených dát.

4.3.1 Simulácia audio/video služieb



Obrázok 15: Časové priebehy audio/video služieb

Výpočet pre VoIP

$$T_1 = T_2 = 0,125 + T_p + T_r + 2 \times T_{ps} + 5 \times T_{sm} + T_d$$

$$T_1 = 0,125 + 20 + 1,61 + 20 + 15 + (100 \times 0,005)$$

$$T_1 = 57,235 \text{ ms}$$

$$T_A = 2 \times T_1 + T_r + 2 \times \text{Jitter}$$

$$T_A = 2,234 \text{ s}$$

Doba spracovania a presunu dát v simulovanom prípade bola 57,235 milisekundy.

Zásobník pre vyrovnávanie variabilného oneskorenia (jitter) som preto mohol nastaviť na odporúčanú hodnotu 60 ms [17] .

Hodnota jednosmerného oneskorenia bola menšia ako je doporučená maximálna hodnota pre službu VoIP. Celkový čas potrebný pre obojsmernú komunikáciu pozostával aj z reakcie druhého užívateľa, v ktorom je zahrnuté aj spracovanie dát na jeho strane. Priemerný reakčný čas človeka sa pohybuje na hranici 0,2 sekundy pri plnom sústredení [23]. V rozhovore je však často potrebné porozmýšľať na odpoveďou, preto som pre parameter zvolil hodnotu 2 sekundy.

Výpočet pre streaming

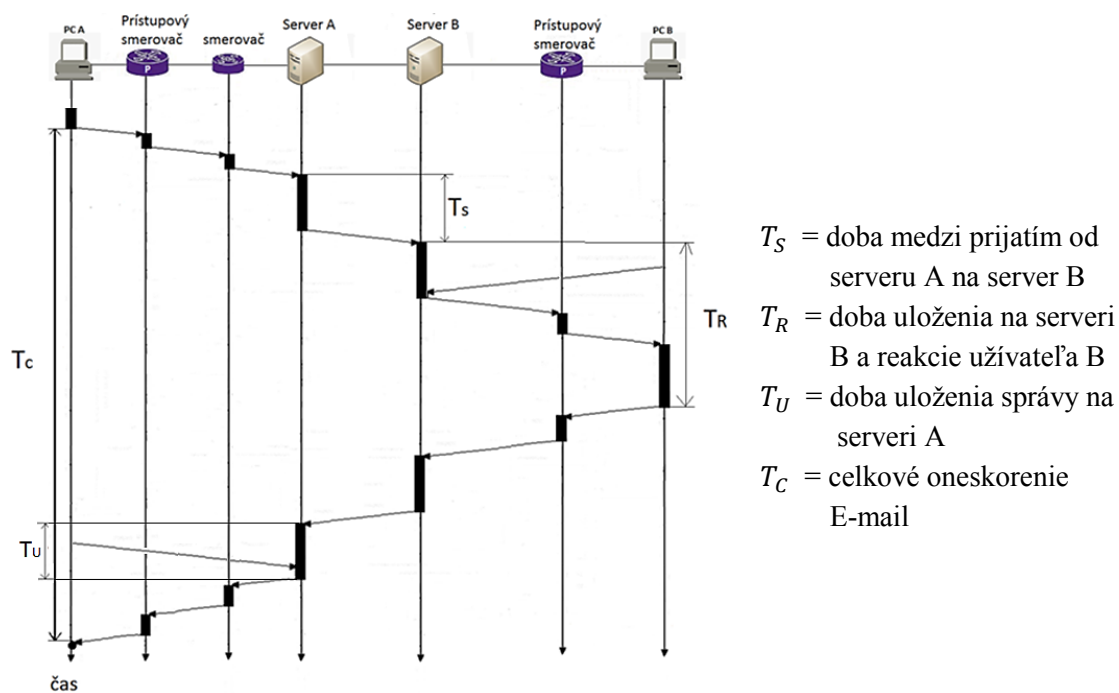
$$T_B = (2x (T_p + T_r + 2x T_{ps} + 5x T_{sm} + T_d)) + T_s + \text{jitter}$$

$$T_B = (2x (0,016 + 1,61 + 20 + 15 + (100 \times 0,005))) + 10\,000 + 60$$

$$T_B = 10\,134 \text{ ms} = 10,134 \text{ s}$$

Čas 10,134 sekundy predstavuje dobu spustenia prehrávania streamovaného obsahu. Služba VoD je založená na technológii streamingu. Hodnota je preto pre túto službu identická.

4.3.2 Simulácia dátových služieb



Obrázok 16: Časový priebeh služby E-mail

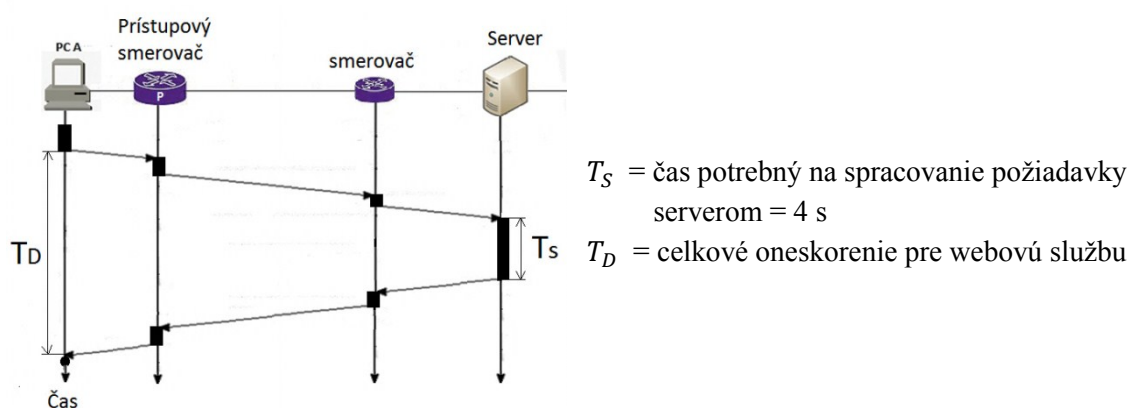
Pre T_S QoS definuje neurčito hodnotu ako „niekoľko minút“ [18]. Preto som si zvolil hodnotu 2 minúty. V simulovanom prípade som si určil, že užívateľ sa pravidelne prihlasuje na svoj lokálny server každú hodinu, preto T_U je rovné 60 minútam. Pri T_R je navyše potrebné pripočítať dobu za ktorú odpovie na novú správu a dobu spracovania posielaných dát, v mojom prípade je to 5 minút. Celkové T_R tak predstavuje hodnotu 65 minút.

Výpočet pre E-mail

$$T_C = (2x (T_p + T_r + 2x T_{ps} + 5x T_{sm} + T_d)) + 2x T_S + T_R + T_U$$

$$T_C = 0,016 + 1,61 + 20 + 15 + (100 \times 0,005) + 2x T_S + T_R + T_U$$

$$T_C = 2 \text{ hodiny a } 9 \text{ minút}$$



Obrázok 17: Časový priebeh webovej služby

Výpočet pre webovú službu

$$T_D = T_p + T_r + 2x T_{ps} + 2x (5x T_{sm} + T_d) + T_S$$

$$T_D = 0,016 + 1,61 + 20 + 2x (15 + (100 \times 0,005)) + T_S$$

$$T_D = 4\,052 \text{ ms} = 4,052 \text{ s}$$

Textová komunikácia pomocou IRC má podobný časový diagram ako služba VoIP. Prijatú správu IRC server následne okamžite odošle klientovi, ktorému je určená (prípadne skupine klientov). IRC server funguje ako smerovač vo svojej vlastnej sieti.

Pre IRC stačí pre rámcové oneskorenie počítať s hodnotou 0,016 ms. Časovú reakcia T_R , ktorá je mierne dlhšia, zapríčinená nutnosťou prečítať text a napísať odpoveď, som zvolil 60 s. Následný výpočet by vyzeral nasledovne:

Výpočet pre IRC

$$T_1 = T_2 = T_p + T_r + 2 \times T_{ps} + 5 \times T_{sm} + T_d$$

$$T_1 = 0,016 + 1,61 + 20 + 15 + (100 \times 0,005)$$

$$T_1 = 37,126 \text{ ms}$$

$$T_E = 2 \times T_1 + T_R$$

$$T_E = 60,074 \text{ s}$$

4.4 Analýza výsledkov simulácie

Pri pohľade na zistené výsledky je zrejmé, že najlepšie obstáli interaktívne služby reálneho času. Nízke hodnoty celkového času robia s týchto služieb skutočne služby interaktívne, komunikácia prebieha takmer okamžite.

Názov služby	Výsledná hodnota	Pocit interaktívnosti
VoIP	2,234 s	Výborný
Streaming a VoD	10,134 s	Veľmi dobrý
Webová služba	4,052 s	Výborný
E - mail	129 min	Nízky
IRC	60,074 s	Stredný

Tab 5: Výsledky simulácie časového priebehu služieb

Oproti tomu služba elektronickej pošty – E-mail, vytvára dojem že od interaktívnej komunikácie má veľmi ďaleko. Dôsledkom toho, že nepožaduje aby boli obe komunikujúce strany pripojené na službu v rovnakom čase (ako VoIP alebo IRC), E-mail pripomína klasickú poštu. Preto v prípade požiadavky na rýchlu komunikáciu nie je použitie E-mailu veľmi výhodné.

Aj keď textová komunikácia využíva protokol TCP veľmi za hlasovou komunikáciou nezaostáva. Časový rozdiel je spôsobený najmä dobou potrebnou na napísanie správy.

5. Spracovanie interaktívnej prezentácie

Súčasťou zadania bakalárskej práce je spracovanie interaktívnej prezentácie. Cieľom tejto prezentácie je poskytnúť stručný pohľad na spracovanú problematiku. Interaktívna prezentácia by mala umožniť poslucháčovi zasahovať do jej priebehu, pohyb v prezentácii je v jeho rukách.

Preto som sa snažil urobiť prezentáciu tak, aby sa v nej dalo jednoducho pohybovať a aby sa poslucháč sám dopátral k výsledkom práce. Jednotlivé snímky tak museli byť prispôsobené na očakávanú interakciu s poslucháčom pomocou prepojenia odkazov. Poslucháč si tak sám môže názorne overiť, aká je v prípade niektorých služieb dôležitá časová odozva na odpoveď, ktorá je tak priamo závislá od celkového nadobudnutého oneskorenia.

6. Záver

Cieľom tejto bakalárskej práce bolo zosumarizovať a zanalyzovať populárne interaktívne služby.

Účelom analýzy bolo priniesť komplexný pohľad na interaktívne služby a protokoly pričom som sa sústredil predovšetkým na ponúkaný pocit interaktivity daných služieb. Preto som sa zaoberal časovými vzťahmi pre interaktívne služby. Snažil som sa spracovať časové priebehy služieb a priniesť ich objektívne vzájomné porovnanie. Časové vzťahy ponúkajú názorný príklad toho, aké rozmanité a rozdielnou interaktívnou schopnosťou oplývajúce služby sú zaradené do skupiny služieb interaktívnych.

Prvá časť práce je zameraná na popis jednotlivých protokolov a spôsobu ich využitia pre interaktívne služby. Každá služba je špecifická svojimi protokolmi starajúci sa o prevádzku služby. Odlišnosti sa vyskytujú aj v prípade využitia protokolu pre transport. Zatiaľ čo dátové služby využívajú protokol TCP garantujúci 100% doručenia dát, služby hlasové a obrazové, sa tejto garancie zriekajú použitím nespoľahlivého UDP protokolu. V podkapitole venovanej stručnému popisu samotných služieb som sa snažil vysvetliť, prečo k tomuto javu dochádza.

Druhú časť mojej práce tvorí analýza interaktívnych služieb. V rámci nej som sa zaoberal realizáciou služieb prostredníctvom využitia popísaných protokolov, a taktiež ich použitím v samotnej praxi. Pri praktickej realizácii služieb je dôležité venovať pozornosť ich kvalite, keďže každá služba musí spĺňať určité kritériá vzťahujúce sa na jej kvalitu, aby si našla svojich používateľov. Veľký vplyv na „interaktívnosť“ konkrétnej interaktívnej služby má časové oneskorenie. Mojim cieľom bolo teoreticky simulovať priebeh služby a poskytnúť pohľad na tento interaktívny pocit služieb. Pod pojmom interaktívne služby zaraďujeme aj také služby, ktoré pri bližšom preskúmaní veľkou interaktivitou neoplyvajú. Pri pohľade na výsledky mojej simulácie možno pozorovať diametrálne odlišné časové reakcie týchto služieb. Jednoznačne vyplýva, že služby reálneho času ponúkajú vysokú mieru interaktivity. Pokusná simulácia naznačuje, že nadviazanie spojenia a samotná komunikácia prebehne do niekoľkých sekúnd. Služba prenosu hlasu prostredníctvom IP, predstavujúca najlepšie vyhodnotenú službu v mojom meraní, dosahovala veľmi nízke hodnoty oneskorenia pre prijatie odpovede z druhej strany. VoIP dosahuje za ideálnych podmienok parametre porovnateľné so službou klasickej telefónnej siete, čo má za následok veľký rozmach takéhoto typu hlasovej komunikácie. Na druhej strane služba elektronickej pošty – E-mail, ktorá neprebíha v reálnom čase, dopadla spomedzi všetkých služieb najhoršie. E-mail je ako služba časovo veľmi náročná. Na to aby komunikácia prebiehala relatívne rýchlo, je potrebné neustále kontrolovať svoju lokálnu poštovú schránku. Služba sa tak stáva príliš závislou od frekvencie pripojenia. V praxi preto nie je nič výnimočné, ak odpoveď príde aj niekoľko dní po odoslaní.

V záverečnej časti bakalárskej práce som v prehľadnej tabuľke uviedol výsledky mojej simulácie interaktívnosti spolu so stručným komentárom.

Literatúra

- [1] PUŽMANOVÁ Rita: *Moderní komunikační sítě od A do Z*. vyd. Brno: Computer press, 2006. ISBN 80-25-1278-0.
- [2] DOSTÁLEK Libor, KABELOVÁ Alena: *Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS*. vyd. Praha: Computer Press, 2002. ISBN 80-7226-675-6.
- [3] BLUNÁR Karol, DIVIŠ Zdeněk: *Telekomunikační sítě díl 1*. Vyd. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2003. ISBN 80-248-0391-7.
- [4] KALLAY Fedor, PENIAK Peter: *Počítačové sítě a jejich aplikace*. vyd. Praha: Grada Publishing, 1999. ISBN 80-7169-407- X.
- [5] ŠKOP Miroslav a kol.: *Telekomunikační přenosová technika*. vyd. Praha: ČVUT Praha, 1991. ISBN 80-01-00733-2.
- [6] *PC Revue: sprievodca svetom digitálneho veku*. Č. 9 (september 2008). vyd. Bratislava: Digital Visions s. r. o, 1992-. Vychádza mesačne. ISSN 1335-0226.
- [7] *IEE - IEEE 802.11: WIRELESS LOCAL AREA NETWORKS (LANs)* [online]
<<http://standards.ieee.org/getieee802/802.11.html>>
- [8] *ITU-T - ITU-T Recommendation I.113* [online]
<<http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=I>>
- [9] *IETF - RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications* [online]
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc3550.txt>>
- [10] *IETF - Real Time Streaming Protocol* [online]
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc2326.txt>>
- [11] OIKARINEN Jarkko - *Founding IRC* [online]
<<http://www.mirc.com/help/jarkko.html>>
- [12] POHÁNKA Martin, UKF Nitra – *Interakcia* [online]
<www.pohanka.martin.googlepages.com/interakcia.pdf>
- [13] SVANAES Dag - *Understanding Interactivity: Steps to a Phenomenology of Human-Computer Interaction*. [online]
<<http://dag.idi.ntnu.no/interactivity.pdf>>
- [14] KOVÁČIK Milan – *Hodnotenie kvality služieb VoIP* [online]
< http://www.voip-forum.sk/archiv/Kovacik_hodnotenieVoIP.pdf >
- [15] *ITU-T – Guidelines for inter-provider quality of service* [online]
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-E.Sup8-200911-I/en>>
- [16] *itnews.sk - Budovanie optických sietí na Slovensku* [online]
<<http://www.itnews.sk/tituly/infoware/free-clanky/2009-05-15/c80094-budovanie-optickych-sieti-na-slovensku>>
- [17] *Cisco - Playout Delay Enhancements* [online]
<http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_1t/12_1t5/feature/guide/dt_pod.html>
- [18] *ITU-T - End-user multimedia QoS categories* [online]
<<http://www.catr.cn/radar/itut/201007/P020100707569992120755.pdf>>

- [19] *Cisco - Understanding H.323 Gatekeepers* [online]
<http://www.cisco.com/en/US/tech/tk1077/technologies_tech_note09186a00800c5e0d.shtml>
- [20] *Telekomunikačný úrad Slovenskej republiky - Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)* [online]
<<http://www.teleoff.gov.sk/index.php?ID=71>>
- [21] *Access server - Analýza zpoždění v IP telefonním systému* [online]
<<http://access.feld.cvut.cz/view.php?cisloclanku=2008050004>>
- [22] *RuggedCom - Latency on a Switched Ethernet Network* [online]
<http://www.ruggedcom.com/pdfs/application_notes/latency_on_a_switched_ethernet_network.pdf>
- [23] *wikipedia.org – Mental chronometry* [online]
< http://en.wikipedia.org/wiki/Mental_chronometry >
- [24] *CHOMIST Richard - TCP/IP – transportná vrstva* [online]
<<http://files.gamepub.sk/kp/prednasky/Microsoft%20Word%20-%20%234%20-%20TCP-IP%20transportna%20vrstva%20v05.pdf>>

Obsah priloženého CD

- Bakalárska práca vo formáte PDF
- Interaktívna prezentácia vo formáte Powerpoint